

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-148025

(43)Date of publication of application : 29.05.2001

(51)Int.CI.

G06T 7/60
G06F 3/03
G06F 3/033

(21)Application number : 2000-218970

(71)Applicant : NIKON GIJUTSU KONO:KK
NIKON CORP

(22)Date of filing : 19.07.2000

(72)Inventor : ISHINO YUKINOBU

(30)Priority

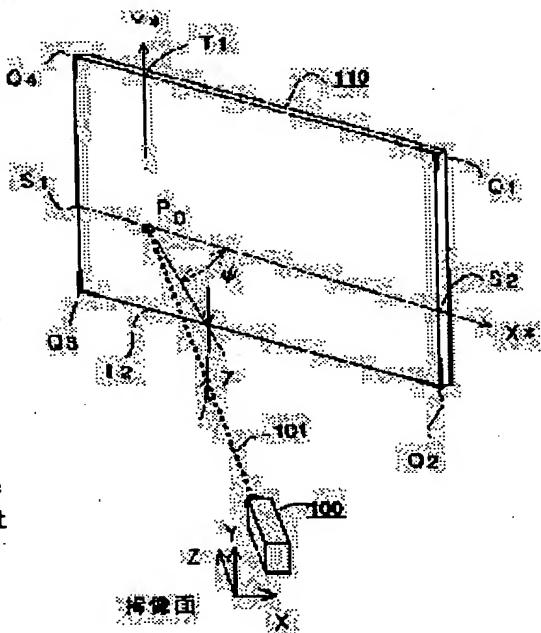
Priority number : 11252732 Priority date : 07.09.1999 Priority country : JP

(54) DEVICE AND METHOD FOR DETECTING POSITION, AND DEVICE AND METHOD FOR DETECTING PLANE POSTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of detecting a posture and position, which can easily detect the posture and position of a prescribed plane being an image pickup object and a position to be detected on a plane from the information of only picked up image data, and a posture detection device and a position detection device which have operability with high degree of freedom and are small in size and light in weight.

SOLUTION: This device is provided with an image pickup means 1 picking up the image of a prescribed plane having a plurality of characteristic points, a characteristic point specifying means specifying the coordinate positions of the characteristic points on an imaged surface from image data obtained from the image pickup means 1, a 1st operating means 521 operating 1st data on the basis of the coordinate positions of the characteristic points and a 2nd operating means 522 operating the coordinate position on the prescribed plane at an image-picked-up point at a reference position on an imaged surface as 2nd data on the basis of the results of the 1st operating means and the coordinate positions of the characteristic points.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

[application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.
-

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Location detection equipment characterized by providing the following An image pick-up means to picturize a predetermined plane with two or more focus A focus specification means to pinpoint a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up means A 1st operation means to calculate the 1st data based on a coordinate location of said focus A 2nd operation means to calculate a coordinate location on said predetermined plane in a point picturized in a criteria location on an image pick-up side as the 2nd data based on a result of said 1st operation means, and a coordinate location of said focus

[Claim 2] Equipment which detects a detected location on a predetermined plane with two or more focus characterized by providing the following An image pick-up means to picturize in the condition that a detected location on said predetermined plane suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand A focus specification means to pinpoint a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up means A 1st operation means to calculate the 1st data based on a coordinate location pinpointed by said focus specification means A 2nd operation means to calculate a coordinate location of a detected location on said predetermined plane as the 2nd data based on a result of said 1st operation means, and a coordinate location of said focus

[Claim 3] Said 1st operation means is location detection equipment according to claim 1 or 2 characterized by having a 4th operation means to calculate said 1st data based on a 3rd operation means to calculate the 3rd data, and a result of said 3rd operation means and a coordinate location of said focus, based on a coordinate location of said focus.

[Claim 4] For said 1st data, claims 1-3 characterized by considering as a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side are location detection equipment of a publication either.

[Claim 5] Said 1st operation means is location detection equipment according to claim 4 characterized by being a plane posture operation means to calculate a posture of a predetermined plane over an image pick-up side.

[Claim 6] Said 1st operation means is location detection equipment given in either according to claim 1 to 4 which is characterized by being said fluoroscopy projection operation means.

[Claim 7] Said 1st data is location detection equipment according to claim 1 to 6 characterized by calculating based on a vanishing point computed from a coordinate location of said focus.

[Claim 8] A vanishing point calculation means to compute a vanishing point based on a coordinate

location where said 3rd operation means was specified by said focus specification means, With a disappearance focus calculation means to compute a coordinate location of an intersection of a disappearance straight line calculation means to compute a disappearance straight line which connects a criteria location beforehand defined on said vanishing point and said image pick-up side, and a straight line for two points which said disappearance straight line and said focus adjoin Location detection equipment according to claim 3 characterized by calculating said 3rd data as the disappearance focus.

[Claim 9] Said 3rd operation means is location detection equipment according to claim 3 to 8 characterized by calculating said 3rd data as a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side with an image coordinate transformation means to rotate image pick-up image data centering on a criteria location on an image so that one vanishing point may be in agreement with either the X-axis of image system of coordinates , or a Y-axis among said vanishing points .

[Claim 10] Said 4th operation means is location detection equipment given in either of claims 3, 8, and 9 characterized by being a fluoroscopy projective-transformation means to calculate said 1st data as a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side.

[Claim 11] Location detection equipment according to claim 2 characterized by having a finder performing an image pick-up in the condition that said detected location suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand.

[Claim 12] Location detection equipment according to claim 2 characterized by having a light beam exposure means to irradiate a light beam which makes the luminescent spot a detected location on said predetermined plane to perform an image pick-up in the condition that said detected location suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand.

[Claim 13] An optical axis of said light beam exposure means is location detection equipment according to claim 12 characterized by being mostly in agreement with an optical axis of an image pick-up means.

[Claim 14] Said predetermined plane is location detection equipment according to claim 1 to 13 characterized by being the display image which exists in a plane.

[Claim 15] Said two or more focus is location detection equipment according to claim 1 to 14 characterized by being the point group by which image display was carried out.

[Claim 16] Said criteria location is location detection equipment according to claim 1 to 15 characterized by an optical axis of said image pick-up means being the point of cutting an image pick-up side.

[Claim 17] A location detection method characterized by providing the following An image pick-up step which picturizes a predetermined plane with two or more focus A focus specification step which pinpoints a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up step The 1st operation step which calculates the 1st data based on a coordinate location pinpointed by said focus specification step The 2nd operation step which calculates a coordinate location on said predetermined plane of a point picturized in a predetermined location on an image pick-up side based on a result of said 1st operation step, and a coordinate location of said focus

[Claim 18] How to detect a detected location on a predetermined plane with two or more focus characterized by providing the following An image pick-up step picturized in the condition that a detected location on said predetermined plane suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand A focus specification step which pinpoints a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up step The 1st operation step which calculates the 1st data based on a coordinate location pinpointed by said focus specification step The 2nd operation step which

calculates a coordinate location of a detected location on said predetermined plane as the 2nd data based on a result of said 1st operation step, and a coordinate location of said focus.

[Claim 19] Said 1st operation step is the location detection method according to claim 17 or 18 characterized by including the 4th operation step which calculates said 1st data based on the 3rd operation step which calculates the 3rd data, and a result of said 3rd operation step and a coordinate location of said focus based on a coordinate location of said focus.

[Claim 20] For said 1st data, claims 17-19 characterized by being the posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side are the location detection methods of a publication either.

[Claim 21] Said 1st operation step is the location detection method according to claim 20 characterized by being the plane posture operation step which calculates a posture of a predetermined plane over an image pick-up side.

[Claim 22] Said 1st operation step is the location detection method given in either according to claim 17 to 20 which is characterized by being a fluoroscopy projective-transformation step.

[Claim 23] Said 1st data is the location detection method according to claim 17 to 22 characterized by calculating based on a vanishing point computed from a coordinate location of said focus.

[Claim 24] A vanishing point calculation step which computes a vanishing point based on a coordinate location where said 3rd operation step was specified by said focus specification step, A disappearance straight line calculation step which computes a disappearance straight line which connects a criteria location beforehand defined on said vanishing point and said image pick-up side, A location detection method according to claim 19 characterized by calculating said 3rd data as the disappearance focus including a disappearance focus calculation step which computes a coordinate location of an intersection with a straight line for two points which said disappearance straight line and said focus adjoin.

[Claim 25] Said 3rd operation step is the location detection method according to claim 19 to 24 characterize by calculate said 3rd data as a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side including an image coordinate transformation step which rotates image pick-up image data centering on a criteria location on an image so that one vanishing point may are in agreement with either the X-axis of image system of coordinates , or a Y-axis among said vanishing points .

[Claim 26] Said 4th operation step is the location detection method given in either of claims 19, 24, and 25 characterized by being the fluoroscopy projective-transformation step which calculates said 1st data as a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side.

[Claim 27] Said criteria location is the location detection method according to claim 17 to 26 characterized by an optical axis of said image pick-up means being the point of cutting an image pick-up side.

[Claim 28] An attitude sensor which detects a posture of a predetermined plane in three-dimension space characterized by providing the following An image pick-up means to picturize so that the focus which exists on said predetermined plane may be included A focus specification means to pinpoint a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up means A vanishing point processing means which carries out calculation processing of the vanishing point based on a coordinate location of said focus A fluoroscopy projective-transformation means to calculate a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side based on a result of said vanishing point processing means, and a coordinate location of said focus

[Claim 29] A plane attitude sensor according to claim 29 characterized by providing the following. Said vanishing point processing means is a vanishing point calculation means to compute a vanishing point

based on a coordinate location pinpointed by said focus specification means. A disappearance straight line calculation means to compute a disappearance straight line which connects a criteria location beforehand defined on said vanishing point and said image pick-up side A disappearance focus calculation means to compute a coordinate location of an intersection with a straight line for two points which said disappearance straight line and said focus adjoin

[Claim 30] Said vanishing point processing means is a plane attitude sensor according to claim 28 or 29 characterized by calculating said 3rd data as a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side with an image coordinate transformation means to rotate image pick-up image data centering on a criteria location on an image so that one vanishing point may be in agreement with either the X-axis of image system of coordinates, or a Y-axis among said vanishing points.

[Claim 31] Said predetermined plane is a plane attitude sensor according to claim 28 to 30 characterized by being the image displayed on a plane.

[Claim 32] Said two or more focus is plane attitude sensors according to claim 28 to 31 characterized by carrying out image display.

[Claim 33] Said two or more focus is plane attitude sensors according to claim 28 to 32 characterized by being the point group by which image display was carried out.

[Claim 34] Said criteria location is a plane attitude sensor according to claim 29 or 30 characterized by an optical axis of said image pick-up means being the point of cutting an image pick-up side.

[Claim 35] A posture detection method characterized by providing the following of detecting a posture of a predetermined plane in three-dimension space An image pick-up step picturized so that the focus which exists on said predetermined plane may be included A focus specification step which pinpoints a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up step A vanishing point processing step which carries out calculation processing of the vanishing point based on a coordinate location of said focus A fluoroscopy projective-transformation step which calculates a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side based on a result of said vanishing point processing step, and a coordinate location of said focus

[Claim 36] A plane posture detection method according to claim 35 characterized by providing the following Said vanishing point processing step is a vanishing point calculation step which computes a vanishing point based on a coordinate location pinpointed by said focus specification step. A disappearance straight line calculation step which computes a disappearance straight line which connects a criteria location beforehand defined on said vanishing point and said image pick-up side A disappearance focus calculation step which computes a coordinate location of an intersection with a straight line for two points which said disappearance straight line and said focus adjoin

[Claim 37] Said vanishing point processing step is the plane posture detection method according to claim 35 or 36 characterized by including an image coordinate transformation step which rotates image pick-up image data centering on a criteria location on an image so that one vanishing point may be in agreement with either the X-axis of image system of coordinates, or a Y-axis among said vanishing points.

[Claim 38] Said criteria location is the plane posture detection method given in either of claims 35 or 37 characterized by an optical axis of said image pick-up step being the point of cutting an image pick-up side.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the location detection on a display etc. especially about the attitude sensor and method on the location detection equipment and the method of detecting the detected location on the plane placed into three-dimension space based on image pick-up image data, and an object plane.

[0002]

[Description of the Prior Art] A direct coordinate input is carried out in the display screen of a computer, or projecting a computer screen by the projector at a screen top, and performing cursor actuation is performed frequently recently. A directions location is pinpointed for the image top projected especially with a laser pointer etc., and the pointing device which can perform command actuation of the main part of a computer, edit, enlarging or contracting, etc. is proposed. As these conventional examples, JP,2-306294,A, JP,3-176718,A, JP,4-305687,A, JP,6-308879,A, etc. are raised.

[0003] JP,2-306294,A which is the typical conventional example consists of fixed CCD cameras for being turned on the laser pointer which directs the detected location on the screen projected by the projector and a screen, and a screen, and detecting the luminescent spot of a laser pointer. This CCD camera tends to detect the laser luminescent spot on a screen for every predetermined time, and it is going to detect the location of the luminescent spot on a screen.

[0004] Moreover, it is equipment which two or more light emitting devices are arranged near the screen, and the photo detector which receives the light from two or more light emitting devices is prepared in an indicator, calculates by the computer based on the optical reinforcement from a light emitting device, or the directivity of light, and enabled it to pinpoint the location on a screen, and even if an operator operates JP,6-308879,A in the location of arbitration, it is equipment which can pinpoint the directions location on a screen.

[0005] Furthermore, at JP,10-116341,A, by the method and JP,9-231373,A which measure the location of a measure point based on each image using two cameras, a criteria camera and an inspection camera, the body which has two or more focus using two or more image pick-up equipments is picturized, and the three-dimension location metering device which computes the relative three-dimension physical relationship between each focus by fluoroscopy projective transformation is proposed.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when carrying out location detection with a fixed

camera conventionally like the location detection equipment used for a pointing device etc., for example, JP,2-306294,A, if the image projected on the problem an operator and a man keep as close between a camera and a screen, and location detection becomes impossible, or the screen turns into a high brightness image, the problem to which luminescent spot detection of a laser beam becomes difficult will arise. Furthermore, the space in which a fixed camera is installed is needed, equipment is enlarged, and the problem that the flexibility of operability is low and versatility is missing is also produced.

[0007] The method of receiving the light which prepares a light emitting device on the display screen, and emits light like JP,6-308879,A by the optoelectric transducer in which it was prepared by the indicator The method of computing a detected location by detecting the problem that versatility is missing in order to carry out location detection and to have to prepare a light emitting device in the display screen, and the directivity and reinforcement of optical reinforcement The problem that the device of photo detector structure for that does not have a high detected location precision on necessity and a screen arises.

[0008] Moreover, equipment enlarges the method of performing location measurement of the photographic subject in three-dimension space using two or more image pick-up equipments, and it has the problem that the amount of data processing will also increase. The purpose of this invention is offering the small and lightweight attitude sensor and location detection equipment which have the detection method of a posture or a location the posture location of the predetermined plane which is a candidate for an image pick-up, and the detected location on a plane being easily detectable from the information only on the picturized image data, and operability with high flexibility.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, location detection equipment of this invention according to claim 1 A focus specification means to pinpoint a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by image pick-up means to picturize a predetermined plane with two or more focus, and said image pick-up means, A 1st operation means to calculate the 1st data based on a coordinate location of said focus, It is characterized by having a 2nd operation means to calculate a coordinate location on said predetermined plane in a point picturized in a criteria location on an image pick-up side as the 2nd data, based on a result of said 1st operation means, and a coordinate location of said focus.

[0010] Moreover, equipment which detects a detected location on a predetermined plane with two or more focus of this invention according to claim 2 An image pick-up means to picturize in the condition that a detected location on said predetermined plane suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand, A focus specification means to pinpoint a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up means, A 1st operation means to calculate the 1st data based on a coordinate location pinpointed by said focus specification means, It is characterized by having a 2nd operation means to calculate a coordinate location of a detected location on said predetermined plane as the 2nd data, based on a result of said 1st operation means, and a coordinate location of said focus.

[0011] An image pick-up step which picturizes a predetermined plane in which a location detection method of this invention according to claim 17 has two or more focus, A focus specification step which pinpoints a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up step, The 1st operation step which calculates the 1st data based on a coordinate location pinpointed by said focus specification step, It is characterized by including the 2nd operation step which

calculates a coordinate location on said predetermined plane of a point picturized in a predetermined location on an image pick-up side based on a result of said 1st operation step, and a coordinate location of said focus.

[0012] An attitude sensor which detects a posture of a predetermined plane in three-dimension space of this invention according to claim 28 An image pick-up means to picturize so that the focus which exists on said predetermined plane may be included, A focus specification means to pinpoint a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up means, It is characterized by having a fluoroscopy projective-transformation means to calculate a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side based on a vanishing point processing means which carries out calculation processing of the vanishing point, and a result of said vanishing point processing means and a coordinate location of said focus, based on a coordinate location of said focus.

[0013] A posture detection method of detecting a posture of a predetermined plane in three-dimension space of this invention according to claim 35 An image pick-up step picturized so that the focus which exists on said predetermined plane may be included, A focus specification step which pinpoints a coordinate location of said focus on an image pick-up side from image data obtained by said image pick-up step, It is characterized by including a fluoroscopy projective-transformation step which calculates a posture parameter of a predetermined plane over an image pick-up side based on a vanishing point processing step which carries out calculation processing of the vanishing point, and a result of said vanishing point processing step and a coordinate location of said focus based on a coordinate location of said focus.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the conceptual block diagram of the location detection equipment concerning the gestalt of operation. The main part of location detection equipment concerning the gestalt of this operation in 100 and 110 are the predetermined planes used as the candidate for coordinate detection, and it is the rectangle plane which has the focus Q1, Q2, Q3, and Q4. It is going to detect the detected location P0 on a plane 110 using the main part 100 of location detection equipment. The main part 100 of location detection equipment can be operated from the location of arbitration to the predetermined plane 110. A dashed line 101 is an optical axis perpendicularly prolonged to the detected location on a predetermined plane from the center of the image pick-up side of the image pick-up means 1 formed in the main part 100 of location detection equipment.

[0015] The configuration of the plane made into the detected object with the gestalt of this operation is the body and graphic form which have the rectangle configuration where each square angle is right-angled. As a typical example, the display screens, such as a graphic form created by the personal computer display screen, the projector projection screen, and computer, are raised. Although considered as the rectangle configuration made into predetermined plan type-like four corners as the focus with the gestalt of this operation, the focus by which these rectangle configuration is characterized may be the image displayed on the screen plane that what is necessary is just to be on a predetermined plane.

[0016] Drawing 2, the block block diagram of the location detection equipment 100 concerning the gestalt of operation of this invention in drawing 3, and drawing 4 are the conceptual configuration perspective diagram. In configuration block drawing of drawing 2, 1 is an image pick-up means and the image pick-up means consists of lens optical system and an image sensor. A video camera is sufficient although the digital still camera which has a CCD image sensor was used with the gestalt of this operation.

[0017] Moreover, since the detected location on the plane which is a photographic subject is pinpointed for the image pick-up means 1, the criteria location is defined beforehand. With the gestalt of this operation, a criteria location is made into the center of an image pick-up side, and is made into the zero Om of image system of coordinates (X-Y coordinate system). 2 is an A/D-conversion means which makes the image data picturized by the image pick-up means digital image data. The digital image data to which A/D conversion of 3 was carried out is a frame memory temporarily memorizable for every address corresponding to each pixel of a CCD image pick-up side.

[0018] This frame memory has the capacity which can be remembered that a continuation image pick-up is memorizable about dozens of MB. 4 is a control means. This control means 4 is equipped with ROM (un-illustrating), and a program, various control programs, etc. which carry out fluoroscopy projective-transformation processing are stored.

[0019] 5 is an image-processing means. The image-processing means 5 consists of a focus extract means 51 to extract the focus by which the rectangle configuration arranged at either on the plane in three-dimension space is characterized, and a location operation means 52 to perform detected location data processing based on the coordinate location of the extracted focus, based on the incorporated image pick-up image data.

[0020] This focus extract means 51 is equipped with an extract decision means (un-illustrating) to judge whether the image data called in temporarily extracted the focus of a rectangle plane. By having this extract decision means, when the focus is not able to be extracted in an extract decision means, a beep sound can be emitted, and incorporation of an image can be again directed to an operator.

[0021] Moreover, the location operation means 52 consists of a plane posture operation means (the 1st operation means) 521 to calculate the posture parameter (the 1st data) of the predetermined plane over the image pick-up side in three-dimension space (X-Y-Z coordinate system), and a coordinate data-processing means (the 2nd operation means) 522 to calculate the coordinate of the detected location on a predetermined plane.

[0022] Drawing 3 is the details block diagram of the plane posture operation means 521. The plane posture operation means (the 1st operation means) 521 consists of the vanishing point processing means (the 3rd operation means) 523, the image system-of-coordinates conversion means 5214, and the fluoroscopy projective-transformation means (the 4th operation means) 5215 which consist of a vanishing point calculation means 5211, a disappearance straight line calculation means 5212, and a disappearance focus calculation means 5213.

[0023] A vanishing point processing means (the 3rd operation means) is a means which computes from the coordinate location of two or more focus which can be set on an image pick-up side, and carries out calculation processing of the disappearance focus (the 3rd data) based on the vanishing point. The 4th operation means is equivalent to the fluoroscopy projective-transformation means for computing a posture parameter.

[0024] 6A is a light beam exposure means, and an LED light emitting device and a semiconductor laser generator are used. The light beam exposure means 2 is [that what is necessary is just what emits light with the visibility which directs a detected location] good with the general-purpose laser pointer which can pinpoint the part which an operator directs in the case of a presentation or a meeting.

[0025] Drawing 5 is an example of the optical system of an equipment configuration using light beam exposure means 6A shown by drawing 4. It is the example using infrared laser as a light beam exposure

means. It is reflected through 62 mirrors by 13 mirrors prepared on the medial axis of image pick-up optical system, and the laser light which became parallel from the 60 light sources with 61 collimate lenses when the power supply was turned on is drawn as the luminescent spot on a predetermined plane. An image pick-up lens and 11 consist of [image pick-up optical system] CCD for 12. The optical axis of the laser for pointing by which outgoing radiation is carried out from the main part of equipment serves as optical system which is in agreement with the optical axis of image pick-up optical system. A mirror 13 is a half mirror which is made to reflect infrared laser and penetrates the light.

[0026] The laser for pointing is turned off at the time of an image pick-up that what is necessary is just to be able to check the detected location on the display screen. Therefore, a mirror 13 may be made into a device which carries out a mirror rise when picturizing. Light beam exposure means 6A and the image pick-up means 1 are established by the physical relationship decided beforehand so that it may agree with the criteria location where the detected location on the predetermined plane irradiated by light beam exposure means 6A was set up on the image pick-up side. Although it is made in agreement [the optical axis of an image pick-up lens and the optical axis of laser radiation optical system] by a diagram, since laser is only checked by looking, an optical axis does not necessarily need to be [that the luminescent spot on a predetermined plane should just be near the detected location] in agreement.

[0027] 7 is a laser radiation carbon button and 8 is a shutter release. 7 and 8 are a two-step switch, if the 1st step is pushed, they will only irradiate infrared laser, and they are turned off only by pointing to a detected location. By pushing the 2nd more step, the shutter of an image pick-up means goes out, and the image of a predetermined plane can be captured now.

[0028] It is the output signal processing section, and 9 changes into an output signal the plane posture parameter and the plane detected location which were obtained as a result of the operation, and a digital readout is carried out to the display of a main part with an image, or it sends them out to external instruments, such as a video projector and a computer. If the dispatch means which can send out a detected location output signal as a wireless signal as an output signal processing means 9 is used -- the operability of equipment -- markedly -- alike -- breadth -- it is effective.

[0029] Drawing 6 is an example of the optical system of the location detection equipment which replaced with the light beam exposure means as a method, and was equipped with collimation means 6B which doubles a criteria location with a detected location. The cross line 74 is beforehand minced by collimation means 6B in the criteria location on an image pick-up side, and the location in agreement, and the detected location on a predetermined plane is detected by picturizing the location of this cross line according to a detected location.

[0030] Thus, the image pick-up is made to be performed in the condition of suiting the criteria location on the image pick-up side defined beforehand, by using the finder, the light beam exposure means, etc. which the collimation means was established, at the time of an image pick-up. The criteria location is made into the center of the point, i.e., an image pick-up image, that the optical axis of an image pick-up lens cuts an image pick-up side.

[0031] Although the image pick-up means 1 and the image-processing means 5 made one the configuration of the main part of location detection equipment concerning the gestalt of this operation like drawing 6, it uses the image pick-up means and image-processing means as a location sensing input means as another object, and you may make it equip the internal storage and the external record medium of external instruments, such as a personal computer, with the image-processing means 5.

[0032] Next, basic actuation of the location detection equipment of the gestalt of operation of this invention is explained. Drawing 7 is a flow chart explaining basic actuation of the detection equipment of the gestalt of operation of this invention. The power supply of detection equipment turns on at step S100. The criteria location where it was beforehand set on the image pick-up side of image system of coordinates to the detected location which it is going to detect on the predetermined plane which contains two or more focus in three-dimension space in step S101 is doubled. The criteria location is made into the center of the point, i.e., an image pick-up image, that the optical axis of an image pick-up lens cuts an image pick-up side, in the gestalt of this operation.

[0033] At step S102, the shutter 8 of an image pick-up means is turned ON in this condition of having doubled, and an image is captured. Image data signal processing is carried out, the captured image is stored in a frame memory, the geometric focus which it is going to extract beforehand in step S103 is extracted, and the center-of-gravity position coordinates q1, q2, q3, and q4 of the four focus by which a rectangle configuration is characterized in image system of coordinates are specified. At step S104, it judges then whether the geometric focus decided beforehand was extracted correctly. When not extracted correctly, a beep sound is emitted in step S105, and an operator is told that it incorporates with an image pick-up means again. If the geometric focus defined beforehand is extracted, it will progress to the following step S106.

[0034] At step S106, detection data processing of the posture location of the predetermined plane in three-dimension space or the detected location is carried out. The details of this step S106 are mentioned later. At step S107, the value which data processing was carried out and was computed is doubled with a display means (un-illustrating), an external instrument, etc., signal processing is carried out, and it is outputted. For example, when it considers as a personal computer screen as a predetermined plane, with the location detection equipment of the gestalt of this operation, the coordinate location input on a personal computer screen can be performed from the location of arbitration, and cursor can be displayed on the directed location (detected location).

[0035] Next, actuation of each configuration of the image-processing means 5 of the detection equipment of the gestalt of this operation is explained to details.

(a) as the method of extracting four corners Q1, Q2, Q3, and Q4 of the predetermined plane by which a rectangle configuration is characterized from focus extract processing image pick-up image data -- the method of superposition and difference -- drawing -- there are the period of the imitative law after the Buddha's decease, a shade outline method, etc. A suitable method will be chosen according to the target predetermined plane.

[0036] With the gestalt of this operation, the information on these [by which the configuration of a predetermined plane is characterized] four focus, for example, geometry, the color, the light emitting device, etc. are beforehand stored in memory, and the pattern-matching method of carrying out comparison reference with image pick-up image data, and extracting the focus is used. Moreover, when a predetermined plane is the display image displayed on the screen plane, a subtraction-image method is desirable. The whole display image is a rectangle configuration which makes the focus four corners Q1, Q2, Q3, and Q4. As for a display image, the brightness of a display image changes synchronizing with the shutter signal at the time of the image pick-up at the time of an image pick-up. The time series image which are two shades from which display image brightness differs according to the timing at the time of an image pick-up is picturized, and the image pick-up image of two sheets is obtained. the image pick-up

image of these two sheets -- difference -- it processes. Binarization processing is performed based on these subtraction images, and two or more geometric focus q1, q2, q3, and q4 is extracted.

[0037] (b) Location data processing (the 2nd operation means)

Next, how to compute the position coordinate of the detected location P0 on the predetermined plane which has the focus placed into three-dimension space is explained concretely. Drawing 8 is the flow chart which showed the concrete procedure which carries out data processing of the detected location on the predetermined plane placed into three-dimension space. Drawing 9 which is the details of actuation of step S106 of the basic operation flow chart of drawing 7 shows the physical relationship of the posture of the X-Y-Z coordinate system on the image pick-up side in three-dimension space (it is called image system of coordinates), and the X*-Y* system of coordinates on a predetermined plane (it is called a plane-coordinates system). The Z-axis is set as the optical axis (optical axis of an image pick-up lens) perpendicularly prolonged from the center of image system of coordinates. The view O on the Z-axis is located from the zero Om of image system of coordinates in the location of a focal distance f. It considers as the angle psi of the circumference of the X-axis of an X-Y-Z coordinate system, the angle gamma of the circumference of a Y-axis, and the angles alpha or beta of the circumference of the Z-axis. The circumference of these angles all makes the clockwise rotation positive.

[0038] The operator showed the image pick-up image q which picturized the image pick-up direction of the image pick-up means 100 formed in the main part of location detection equipment towards the predetermined plane which is a rectangle configuration from the location of arbitration to drawing 10 and drawing 11. The image picturized by drawing makes in agreement with the criteria location (zero Om of an image pick-up side) set as the image pick-up side the detected location P0 which is a coordinate location on a plane. That is, the criteria location defined on the image pick-up side is made into the point that an optical axis (Z-axis) cuts an image pick-up side. These four focus q1, q2, q3, and q4 corresponds to Q1, Q2, Q3, and Q4 in the plane-coordinates system X*-Y* system of coordinates of drawing 1.

[0039] the configuration (rectangle configuration) in which the focus whose criteria location which shows a detected location is four pieces is formed -- being out of range . Drawing 11 is an example which is not included in rectangle configuration within the limits formed by the four focus which has the center of the image pick-up image made into the detected location on a predetermined plane.

(b1) Plane posture data processing (the 1st operation means)

Posture calculation processing of the plane which is the 1st step for calculating a detected location is explained referring to the flow chart of drawing 8 and the block block diagram of drawing 3, drawing 9 - drawing 16 . As the posture parameter (the 1st data) of the predetermined plane over an image pick-up side There are the angle alpha of the circumference of the Z-axis or an angle beta, an angle psi of the circumference of a Y-axis, and an angle gamma of the circumference of the X-axis.

[0040] First, at step S111, straight line type I1.I2 which pass along the focus which the image pick-up image q adjoins, and I3 and I4 are computed based on the coordinate location of q1, q2, q3, and q4 which were already specified in the focus specification means of a focus extract means. Next, at step S112, the vanishing points T0 and S0 of image pick-up image data are computed using these straight line type. (Steps S111 and S112 are equivalent to processing of the vanishing point calculation means 5211 of the block block diagram of drawing 3)

If the plane which has a rectangle configuration is picturized, a vanishing point surely exists in an image pick-up image. A vanishing point is a point which an parallel group converges. For example, straight line

on the image pick-up side corresponding to straight line Q1Q2 q1q2 Straight line q3q4 corresponding to straight line Q3Q4, q1q4, and right-hand-side Q1Q4 If q2q3 are completely parallel, a vanishing point will exist in infinite distance. When it exists in infinite distance, even if fluoroscopy projection is carried out in the direction, the fluoroscopy effect does not show up.

[0041] The shape of a plan type placed into three-dimension space with the gestalt of this operation is a rectangle configuration. Therefore, in object frame, it has 2 sets of parallel, and one vanishing point will exist in each by the side of the X-axis and a Y-axis on the image pick-up image of image system of coordinates. The location of a vanishing point is shown in drawing 10 on the image pick-up data when picturizing in the location of arbitration. The vanishing point which produces the vanishing point produced in an X-axis side in an S0 and Y-axis side is set to T0. q1q2 The intersection of the extended straight line of q3q4 is the location of a vanishing point.

[0042] At step S113, after asking for vanishing points S0 and T0, the straight lines OmS0 and OmT0 which connected these vanishing points and the center Om of an image pick-up image are computed. (Step S113 is processing performed with the disappearance straight line calculation means 5112 of drawing 3)

Next, processing which asks for the disappearance focus qs1, qs2, qt1, and qt2 characterized by these disappearance straight line and the focus q1, q2, q3, and q4 is performed. (Step S114 is processing performed with the disappearance focus calculation means 5113 of drawing 3)

each disappearance straight line S which connected vanishing points S0 and T0 and the image pick-up data center Om -- 0 Om T0Om computes the intersections qt1 (Xt1, Yt1), qt2 (Xt2, Xt2), qs1 (Xs1, Ys1), and qs2 (Xs2, Ys2) at which straight line q1q2 which pass along the two focus which adjoins each other, q3q4 and q2q3, and q1q4 are crossed. (qt1, qt2, qs1, and qs2 are henceforth called the disappearance focus.) Moreover, qt1qt2 and qs1qs2 are made to call it a disappearance straight line like OmS0 and OmT0.

Disappearance straight line qt1qt2 and qs1qs2 correspond to the straight line on the basis of the detected location P0 which intersected perpendicularly mutually respectively on a plane, and serve as a criteria straight line for computing a detected location. That is, each focus qt1, qt2, qs1, and qs2 of image system of coordinates (X-Y coordinate system) corresponds to the focus T1, T2, S1, and S2 of the predetermined plane in the plane-coordinates system (X*-Y* system of coordinates) of drawing 1.

[0043] In vanishing point calculation processing of step S112, when it is judged that a vanishing point exists in X shaft orientations of X-Y image system of coordinates (X-Y coordinate system) at infinite distance, a disappearance straight line turns into a straight line parallel to the X-axis. Next, it progresses to step S115. At step S115, it is made to rotate whenever [angle beta] focusing on Om so that the X-axis of image system of coordinates (X-Y coordinate system) may be in agreement with the disappearance straight line OmS0 by the side of the X-axis, and coordinate transformation processing made into X'-Y' system of coordinates is performed. The coordinate transformation processing which is made to rotate whenever [angle alpha] focusing on Om at this time so that the Y-axis of image system of coordinates may be in agreement with the disappearance straight line OmT0 by the side of a Y-axis, and is made into an X"-Y" seat system is sufficient. Either is enough as the processing used with the gestalt of this operation. (Step S115 is processing performed with the image system-of-coordinates conversion means 5214 of drawing 3)

Drawing 12 is drawing which is made to rotate image system of coordinates (X-Y coordinate system)

whenever [beta] by making a clockwise rotation positive, and explains image coordinate transformation processing to X'-Y' system of coordinates and X''-Y'' system of coordinates, respectively.

[0044] These image system-of-coordinates rotation actuation is actuation of deciding one of the parameters showing the posture location of the predetermined plane which was equivalent to rotation of the circumference of the Z-axis in three-dimension space (X-Y-Z coordinate system), and was set in three-dimension space. Thus, straight line Q1Q2 on the predetermined plane placed into three-dimension space and Q3Q4 become physical relationship parallel to the X-axis by making disappearance straight line qs1qs2 in agreement on the X-axis.

[0045] In the following step S116, based on the position coordinate in X'-Y' system of coordinates after X-Y coordinate conversion on the obtained image pick-up image The focus Q1, Q2, Q3, and Q4 on the predetermined plane which has a plane-coordinates system to the coordinate location of the focus q1, q2, q3, and q4 of image system-of-coordinates X'-Y' system and the disappearance focus qt1, qt2, qs1, and qs2, and each coordinate location of T1, T2, S1, and S2 are matched. These matching is made by performing fluoroscopy projective-transformation processing in which the geometric technique was used. This fluoroscopy projection processing turns into processing which computes the angle psi of the circumference of the Y-axis which are two parameters which become the processing which computes the posture of a predetermined plane over the image pick-up side in the three-dimension space (X-Y-Z coordinate system) on the basis of an image pick-up side, namely, determine a plane posture, and the angle gamma of the circumference of the X-axis. In addition, the details of fluoroscopy projective-transformation processing are later mentioned by the term (b2). (Step S116 is processing performed in the fluoroscopy projective-transformation means 5215 of drawing 3)

The following step S116 computes the coordinate location of the detected location P0 on a plane-coordinates system (X*-Y* system of coordinates) based on the posture parameter of the predetermined plane computed at step S115. The details of calculation of a detected position coordinate are later mentioned by the term (b3).

[0046] (b2) Fluoroscopy projective-transformation processing (the 4th operation means)

Here, the fluoroscopy projective-transformation processing for computing the posture parameter (Inclination psi, the elevation angle gamma) of the predetermined plane over the image pick-up side placed into three-dimension space based on the result as which the coordinate of the four focus by which a rectangle configuration is characterized in the image system of coordinates (X-Y coordinate system) of an image pick-up side was specified is explained.

[0047] First, based on drawing 13, two-dimensional fluoroscopy projective transformation is explained briefly. In drawing 13, the Z-axis is set as a horizontal axis and the Y-axis is set as the axis of ordinate. The image pick-up side which is a zero at the time of carrying out fluoroscopy projective transformation of the O (it is hereafter called a seeing through point) and where 1 has X-Y coordinate system, and 2 are two-dimensional planes. The seeing through point O is made into a zero by a diagram, and the Z-axis and an axis of ordinate are made in agreement with the Y-axis of an image pick-up side X-Y coordinate system on the horizontal axis. In other words, the X-axis of an image pick-up side is in space perpendicularly, and makes the center of an image pick-up side in agreement with the Z-axis. The focal distance of the lens optical system with which this image pick-up means is equipped is set to f. The image pick-up side 1 will be established in the location of a focal distance f perpendicularly on the Z-axis from the seeing through point O. Lens optical system is put on the front location of an image pick-up side in fact, and although the

inverted image of a two-dimensional plane has composition which carries out image formation in the image pick-up side, in order to make it easy to explain here, it has considered as the configuration arranged in the location of the back focus of a CCD image pick-up side for convenience.

[0048] Moreover, the predetermined plane 2 which has an X*-Y* plane-coordinates system presupposed that it is in the posture leaned the degree of angle gamma to the Y-axis. Fluoroscopy projective transformation of each focus q_i ($1 \leq i \leq 2$) of each of the image system of coordinates which have X-Y coordinate system is carried out to the focus Q_i ($1 \leq i \leq 2$) to which it corresponds on the predetermined plane which has X*-Y* system of coordinates by geometric matching. The transformation is expressed with several 1.

[0049]

[Equation 1]

$$Y^* = \frac{Y \cdot f}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

$$Z^* = \frac{f^2}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

[0050] Therefore, the coordinate location of Focus Q_i (Y^*_i, Z^*_i) ($1 \leq i \leq 2$) is expressed with the following several 2, respectively.

[0051]

[Equation 2]

$$Q_1(Y^*_1, Z^*_1) = \left(\frac{Y_1 \cdot f}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$Q_2(Y^*_2, Z^*_2) = \left(\frac{Y_2 \cdot f}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma} \right)$$

[0052] Next, the fluoroscopy projective-transformation processing which computes the location posture of a predetermined plane over the image pick-up side placed into three-dimension space is explained concretely. Drawing 14 is a perspective diagram explaining the location posture of the predetermined plane placed into three-dimension space (X-Y-Z coordinate system). 1/4 rectangle of a predetermined plane is shown by a diagram, and the focus coordinate points q_1 (X_1, Y_1) and q_2 (X_2, Y_2) corresponding to the position coordinates Q_1 (X^*_1, Y^*_1) and Q_2 (X^*_2, Y^*_2) of the focus on the predetermined plane on an image pick-up side are shown.

[0053] drawing ... *** ... plane coordinates ... a system (X*-Y* system of coordinates) ... it can set ... ed ... detection ... a location ... P ... zero ... a passage ... each ... a shaft ... being parallel ... a straight line ... adjoining ... two ... a ** ... the focus ... passing ... a straight line ... an intersection ... it is ... T ... one ... T ... two ... the position coordinate of three points of S2 is shown in it. S1 which is not illustrated [the focus T1, T2, and S2 currently these-illustrated, besides] corresponds to the disappearance focus q_{t1} , q_{t2} , q_{s2} , and q_{s1}

characterized by the disappearance straight line on an image pick-up image coordinate.

[0054] It has omitted about the coordinate points q3 (X3, Y3) and q4 (X4, Y4) corresponding to Q3 (X*3, Y*3) and Q4 (X*4, Y*4). With the gestalt of this operation, the zero Om (0 0f) of the image system of coordinates in drawing is made into the center position of an image pick-up image, and this center position is made into the detected location on the predetermined plane which it is going to picturize. The zero O of a three-dimension space X-Y-Z coordinate system (0, 0, 0) is made into the seeing through point at the time of carrying out fluoroscopy projective transformation processing. f is a focal distance.

[0055] The physical relationship over the image pick-up side of a predetermined plane is angle +gamma in the circumference of angle +psi and a Y-axis centering on the zero Om of an image pick-up side about the circumference of the X-axis at the circumference of the X-axis. Any [these] angle has made the clockwise rotation positive. This drawing has shown the result the circumference of the Z-axis carried out [the result] rotation actuation (X-Y coordinate system is rotated whenever [+beta]).

[0056] With the gestalt of this operation, the coordinate location of the focus Q1, T1, and S2 on the predetermined plane (X*-Y* system of coordinates) corresponding to these focus was computed by fluoroscopy projective transformation based on the coordinate data of the focus q1, qt1, and qs2 on an image pick-up image (X-Y coordinate system). Drawing 15 is drawing which carried out the orthographic projection of the predetermined plane placed into the three-dimension space shown in drawing 14 (X-Y-Z coordinate system) on X'-Z' coordinate projection plane (Y'=0). X'-Y'-Z' system of coordinates carry out rotational-coordinates conversion of the X-Y-Z coordinate system. Only straight line S1S2 exist on X'-Z' coordinate projection plane (Y'=0) (a thick wire illustrates). The distance of the zero Om of X'-Z' system of coordinates and the seeing through point O is the location of the focal distance f of an image pick-up lens. The result of having expressed the coordinate location of each focus in a plane-coordinates system which matched by the position coordinate in X'-Y' system of coordinates by fluoroscopy projective transformation about each focus is expressed with several 3 and several 4.

[0057]

[Equation 3]

$$T'_1(Y'^{t_1}, Z'^{t_1}) = \left(\frac{f \cdot Y'^{t_1}}{f - Y'^{t_1} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y'^{t_1} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$T'_2(Y'^{t_2}, Z'^{t_2}) = \left(\frac{f \cdot Y'^{t_2}}{f - Y'^{t_2} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y'^{t_2} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S'_1(Y'^{s_1}, Z'^{s_1}) = \left(\frac{f \cdot Y'^{s_1} \cdot \tan \gamma}{Y'^{s_1} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y'^{s_1} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S'_2(Y'^{s_2}, Z'^{s_2}) = \left(\frac{f \cdot Y'^{s_2} \cdot \tan \gamma}{Y'^{s_2} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y'^{s_2} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

[0058]

[Equation 4]

$$Q_1(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_1}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot Z^*_{\alpha} \right)$$

$$Q_2(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_2}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot Z^*_{\alpha} \right)$$

$$Q_3(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_3}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_1}{f \cdot \tan \phi \cdot X_3} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_1}{f \cdot \tan \phi \cdot X_3} \cdot Z^*_{\alpha} \right)$$

$$Q_4(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_4}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_1}{f \cdot \tan \phi \cdot X_4} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_1}{f \cdot \tan \phi \cdot X_4} \cdot Z^*_{\alpha} \right)$$

[0059] Moreover, drawing 16 is drawing which carried out the orthographic projection of the drawing 14 predetermined plane on Y'-Z' coordinate projection plane ($X'=0$). Only straight line T1T2 exist on Y'-Z' coordinate projection plane ($X=0$). All over drawing, only the focus qt1 and q1 on the image pick-up image corresponding to the focus T1 and Q1 on a predetermined plane is illustrated, and the focus on the image pick-up image corresponding to Q2, Q3, and Q4 is omitted. The fluoroscopy projective-transformation processing on Y'-Z' coordinate projection plane performs processing on X'-Z' coordinate projection plane performed previously, and same processing, and computes the coordinate location of the focus T1 and Q1 on the plane corresponding to qt1 and q1.

[0060] The coordinate location of T1 and Q1 was shown in several 5.

[0061]

[Equation 5]

$$T_1(Y^*_{\alpha}, Z^*_{\alpha}) = \left(\frac{f \cdot Y_{\alpha}}{f - Y_{\alpha} \tan \gamma}, \frac{f}{f - Y_{\alpha} \tan \gamma} \right)$$

$$Q_1(Y^*_{\alpha}, Z^*_{\alpha}) = \left(\frac{Y_1}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z^*_{\alpha}, \frac{f}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z^*_{\alpha} \right)$$

$$= \left(\frac{f \cdot X_1 Y_1}{(f - Y_1 \tan \gamma)(X_1 \tan \phi + 1)}, \frac{f}{(f - Y_1 \tan \gamma)(X_1 \tan \phi + 1)} \right)$$

[0062] Its attention is paid to coordinate calculation processing of the focus T1 and Q1 of drawing 15 and the plane-coordinates system of drawing 16. As a result of carrying out fluoroscopy projective-transformation processing to two coordinate planes, X'-Z' coordinate projection plane and Y'-Z' coordinate projection plane, the coordinate value of the focus T1 and Q1 on the plane coordinates corresponding to the focus qt1 and q1 is obtained.

[0063] From drawing 15, T1 ($Y^*t_1, Z^*t_1|y$) and Q1 ($Y^*1, Z^*1|x$) are obtained from T1 ($X^*t_1, Z^*t_1|x$), Q1 ($X^*1, Z^*1|x$), and drawing 16, respectively. In the $X'Z'$ projection plane (drawing 15) which carried out the orthographic projection of the predetermined plane placed into three-dimension space ($X'-Y'-Z'$ system of coordinates), and a $Y'Z'$ projection plane (drawing 16), by each projection plane coordinates, the coordinate value about Z' shaft takes the same value, and has the following relation.

The following two relational expression [six] and several 7 can be obtained from the conditional expression of the $Z^*1|x = Z^*1|y$ $Z^*t_1|x = Z^*t_1|y$ above.

[0064]

[Equation 6]

$$\tan \phi = \frac{X_{11}X_{12}Y_1}{X_{11}Y_1 + X_{12}Y_{11} - X_1Y_{11}} \cdot \frac{1}{f}$$

[0065]

[Equation 7]

$$\tan \gamma = \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_{11}}{Y_{11}}$$

[0066] It turned out that the posture parameter of the predetermined plane placed into the above-mentioned result and three-dimension space is expressed by the coordinate q_i of the focus of image system of coordinates, the coordinates q_{ti} or q_{si} of the disappearance focus, and the focal distance of an image pick-up lens with easy relational expression. The relational expression showing a plane location posture may be replaced with several 6 and several 7, and may be the following eight relational expression and several 9.

[0067] The hand of cut of the angle ψ of the circumference of several 8 and the Y-axis shown number 9 is contrary to several 6 and several 7.

[0068]

[Equation 8]

$$\tan \psi = \frac{Y_1 - Y_{11}}{X_{11}Y_1 - Y_{11}X_1} \cdot f$$

[0069]

[Equation 9]

$$\tan \gamma = - \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_{11}}{Y_{11}}$$

[0070] one point and these [4] of the focus q_i ($i=1-4$) from which the focus q_i used for such relational expression was obtained by the image pick-up image -- it is expressed using the focus q_{ti} or q_{si} determined using the vanishing point computed from this focus. The procedure of the gestalt of this operation explained the case where rotated $X-Y$ coordinate system whenever [beta] and it changed into $X'-Y'$ system of coordinates so that it might be in agreement with the X -axis in disappearance straight line $qs1qs2$ obtained from the image data obtained by the image pick-up means. Even if it changes $X-Y$ coordinate system into $X''-Y''$ system of coordinates and performs it so that it may be in agreement with a

Y-axis in another disappearance straight line qt1qt2, the same result is obtained although formula expressions differ.

[0071] The intermediate formula omitted and showed only the result to several 10 and several 11.

[0072]

[Equation 10]

$$\tan \phi = \frac{Y''_{s2}}{X''_{s2} \cdot \tan \gamma}$$

[0073]

[Equation 11]

$$\tan \gamma = \frac{X''_{s2} - X''_1}{X''_{s2} \cdot Y''_1 - X''_1 \cdot Y''_{s2}}$$

[0074] By several 10 and several 11, Parameter psi showed what was expressed only with two coordinate values, q1 and qs2, whenever [plane attitude-angle]. Generally, it cannot be overemphasized that the coordinate location of the focus of image system of coordinates is expressed with the number of pixels, and the pixel size of a CCD image sensor is needed as a conversion factor in several 6 - number 11 type.

[0075] As mentioned above, as explained, the angle formula which is the posture parameter of the plane of a plane-coordinates system is the easy relational expression expressed with the focal distance f which is the coordinate data of the focus and the parameter of an image pick-up means which were computed from the image pick-up image. Since it is expressed by the easy formula, without the formula which computes a plane posture parameter using a complicated transformation-matrix type like before, the operation error which may be low decreases, and there is which advantageous advantage in precision. If it forces, it leads also to low cost-ization of equipment.

[0076] Furthermore, in case the posture of a predetermined plane is computed, location data about a plane, such as coordinate location data, distance data to an image pick-up side and a predetermined plane, etc. by which the aspect ratio of a rectangle configuration and a rectangle configuration are characterized, has the advantage of being unnecessary that it should just be known that the shape of a plan type in a plane-coordinates system is a rectangle configuration qualitatively.

(b3) Coordinate location data processing (the 2nd operation means)

Based on the posture parameter of the predetermined plane in the three-dimension space computed by fluoroscopy projective-transformation processing, the detected position coordinate on the predetermined plane in a plane-coordinates system is calculated with the coordinate data-processing means 522.

[0077] the detected location on the predetermined plane in a plane-coordinates system (X^*-Y^* system of coordinates) -- horizontal-axis ratio $m_i = |S1P0|/|S2P0|$ and an axis-of-ordinate ratio -- it is computed by $n_i = |T1P0|/|T2P0|$. When the formula of the detected location $P0 (X^*_i, Y^*_i)$ of the predetermined plane corresponding to the posture parameter of several 6 and several 7 is expressed by the X axial ratio m and the Y axial ratio n, it is expressed with several 12 and several 13. Which [these] formula may be used.

[0078] Several 12 is a formula using axial ratios nx and mx , and is the case where rotated X-Y image system of coordinates whenever [beta], and it changes into X'-Y' system of coordinates.

[0079]

[Equation 12]

$$m_k = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|X_{s1}|}{|X_{s2}|} \cdot \frac{|K \cdot X_{s2} \cdot \tan\psi + f|}{|K \cdot X_{s1} \cdot \tan\psi + f|}$$

$$n_x = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|X_{t1}|}{|X_{t2}|} \cdot \frac{|f \cdot \tan\psi - X_{t2} \cdot K|}{|f \cdot \tan\psi - X_{t1} \cdot K|}$$

K:スケールファクター (画素サイズ)

[0080] Moreover, several 13 is a formula using axial ratios ny and my, and is the case where rotated X-Y coordinate system whenever [alpha] and it changes into X"-Y" system of coordinates.

[0081]

[Equation 13]

$$m_y = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|Y_{s1}|}{|Y_{s2}|} \cdot \frac{|Y_{s2} \cdot K - f \cdot \tan\gamma|}{|Y_{s1} \cdot K - f \cdot \tan\gamma|}$$

$$n_y = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|Y_{t1}|}{|Y_{t2}|} \cdot \frac{|f - K \cdot Y_{t2} \cdot \tan\gamma|}{|f - K \cdot Y_{t1} \cdot \tan\gamma|}$$

[0082] Therefore, the coordinate location P0 (X0*, Y0*) of the detected location on a predetermined plane is expressed with several 14 when several 12 axial ratio is used.

[0083]

[Equation 14]

$$P_0 (X^*_{\circ} , Y^*_{\circ}) = (\frac{m_x}{m_x + 1} \cdot X^*_{\max} , \frac{n_x}{n_x + 1} \cdot Y^*_{\max})$$

[0084] In case the coordinate of the detected location on a predetermined plane is computed, any one of the posture parameters (Inclination psi, the elevation angle gamma) of two computed planes should just be computed. Now, the focus considers the personal computer display screen made into four corners of the image currently displayed on the predetermined plane. Since the number Umax of the maximum dots displayed and the number Vmax of the maximum dots of an axis of ordinate are known, several 14 inside X*max=Umax, Y*max=Vmax, then the coordinate location of a detected location are computed easily.

[0085] <Principle verification of the location detection method by the simulation>, next simulation count were performed, the coordinate location of the detected location P0 on a predetermined plane was computed, and principle verification of the location detection method of the gestalt of this operation was performed. The coordinate location data of the focus on the image pick-up side corresponding to the focus on the rectangle plane of the detected location which it is going to detect first is required. Therefore, simulation count which obtains the image profile on an image pick-up side was beforehand performed using the value of the location posture parameter (psi, gamma) of a known plane.

[0086] The 1500mmx2000mm screen plane of 100" size is assumed as a predetermined plane. From the place distant from the screen plane center 2000mm, image pick-up distance It assumed picturizing towards the coordinate location (this coordinate location is based on screens) of S1P0/S2P0(referred to as

$m = 1$, and $T1P0/T2P0$ (referred to as n) = 1 as a detected location on a screen side.

[0087] The optical parameter of the image pick-up means used for count is only a focal distance, and $f = 5\text{mm}$ was used for it. Moreover, $\psi = 60^\circ$ elevation angles and $\gamma = 5^\circ$ inclinations were used as a posture parameter of the screen plane over an image pick-up side. Based on the coordinate location data on a simulation count result and the acquired image coordinate, the axial ratios m and n of posture parameter value ψ computed from six various relational expression - a-14 number and gamma **** detection location verified whether it would become the value set up beforehand.

[0088] The result of having computed the posture of a screen plane and the position coordinate of the detected location in the system of coordinates on a screen was shown in a table 1 using several 6 - the-14 number which were mentioned above.

[0089]

[A table 1]

画像座標系の計算値を基に算出した
平面座標系における所定平面の姿勢及び被検出位置の座標

		S1S2消失軸を α 度回転させ、X軸に一致させた場合	T1T2消失軸を β 度回転させ、Y軸に一致させた場合
所定平面の座標パラメータ	α, β (度)	-8.585	0.000
	$\tan \psi$	-1.710	-1.730
	ψ (度)	-59.687	-59.987
	$\tan \gamma$	0.088	0.087
	γ (度)	5.044	4.988
所定平面上の検出位置	m $(=OS1/OS2)$	0.996	0.998
	n $(=OT1/OT2)$	1.000	1.000

[0090] a table is made to rotate X-Y coordinate system counterclockwise whenever [beta] to the circumference of the Z-axis, and the case where the system of coordinates which made S shaft in agreement with the X-axis are made into X'-Y' system of coordinates, and X-Y coordinate system are rotated to the circumference of the Z-axis at the circumference of alpha degree hour meter, and in agreement with a Y-axis in T shaft -- making -- X' -- the case where it considered as 'Y" system of coordinates was shown.

[0091] Consequently, the posture location and the detected location from an image pick-up side of a screen were in agreement with a very sufficient precision to the value of 60 elevation angles and five inclinations which were set up beforehand, and the theoretically right thing has been verified.

[0092]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the location detection equipment concerning the gestalt of operation of this invention was able to derive the easy relational expression using few parameters with four image location data by which the focal distance and rectangle configuration of an image pick-up lens

are characterized having defined the criteria location of an image pick-up side beforehand, and having doubled this criteria location and a detected location, by having carried out data processing using the vanishing point formed of two or more focus, etc. Thus, the coordinate location of the detected location of the posture detection of a predetermined plane and the request to an image pick-up side is accurate, and does not need complicated matrix operation processing, but it can obtain easily.

[0093] Moreover, according to the plane attitude sensor concerning the gestalt of this operation, the attitude sensor for acquiring the posture positional information of the plane placed into three-dimension space is unnecessary, since there should just be an image sensor, it is simplified and an equipment configuration serves as small lightweight-ization of equipment. Furthermore, the information about the focus on the predetermined plane in a plane-coordinates system is unnecessary except saying that a rectangle configuration is formed, and can be computed only in the coordinate location of the focus on an image pick-up image.

[0094] Moreover, according to the location detection equipment concerning the gestalt of this operation, an operator can do direct-input actuation in a location to direct on the display screens, such as a screen, from the actuated valve position of arbitration, and has high actuation flexibility. Thus, the location detection equipment concerning a gestalt and the attitude sensor of this operation can expect the use expansion to various fields as a new input unit which is not in the former.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.
-

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] System configuration drawing explaining the location detection equipment of this invention.

[Drawing 2] Configuration block drawing of the gestalt of this operation.

[Drawing 3] Details configuration block drawing of the plane posture calculation means of the gestalt of this operation

[Drawing 4] The block diagram of the main part of location detection equipment of the gestalt of this operation (location sensing input means).

[Drawing 5] The 1st optical system of the gestalt of this operation.

[Drawing 6] The 2nd optical system of the gestalt of this operation.

[Drawing 7] The flow chart explaining basic actuation of the gestalt of this operation.

[Drawing 8] The detail flowchart of the image-processing section of the gestalt of this operation.

[Drawing 9] Drawing explaining the relation between the image system of coordinates of the gestalt of this operation, and a plane-coordinates system.

[Drawing 10] The 1st picturized rectangle plane image.

[Drawing 11] The 2nd picturized rectangle plane image.

[Drawing 12] Each system of coordinates on the picturized image side.

[Drawing 13] Drawing explaining two-dimensional fluoroscopy projective transformation

[Drawing 14] The perspective diagram explaining three-dimension fluoroscopy projective transformation.

[Drawing 15] The orthographic drawing to X'-Z' projection plane top of the predetermined plane in drawing 14.

[Drawing 16] The orthographic drawing to Y'-Z' projection plane top of the predetermined plane in drawing 14.

[Description of Notations]

1 Image Pick-up Means

2 A/D-Conversion Means

3 Frame Memory

4 Control Means

5 Image Processing Means

6A Light beam exposure means

6B Collimation means

7 Shutter Release

8 Optical Exposure Carbon Button

9 Output Signal Processing Means

51 Focus Extract Means

52 Location Data-Processing Means

521 Plane Posture Operation Means (1st Operation Means)

522 Coordinate Operation Means (2nd Operation Means)

523 Vanishing Point Processing Means (3rd Operation Means)

5211 Vanishing Point Calculation Means

5212 Disappearance Straight Line Calculation Means

5213 Disappearance Focus Calculation Means

5214 Image System-of-Coordinates Conversion Means

5215 Fluoroscopy Projective-Transformation Means (4th Operation Means)

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-148025
(P2001-148025A)

(43)公開日 平成13年5月29日(2001.5.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコト [®] (参考)
G 0 6 T 7/60	1 5 0	G 0 6 T 7/60	1 5 0 P 5 B 0 6 8
G 0 6 F 3/03	3 3 0	G 0 6 F 3/03	1 5 0 B 5 B 0 8 7
	3 8 0		3 3 0 E 5 L 0 9 6
	3/033	3/033	3 8 0 R
	3 1 0		3 1 0 Y

審査請求 未請求 請求項の数38 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2000-218970(P2000-218970)

(22)出願日 平成12年7月19日(2000.7.19)

(31)優先権主張番号 特願平11-252732

(32)優先日 平成11年9月7日(1999.9.7)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 596075462

株式会社ニコン技術工房

東京都品川区二葉一丁目3番25号

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 石野 行宣

東京都品川区二葉1丁目3番25号 株式会
社ニコン技術工房内

(74)代理人 100078189

弁理士 渡辺 隆男

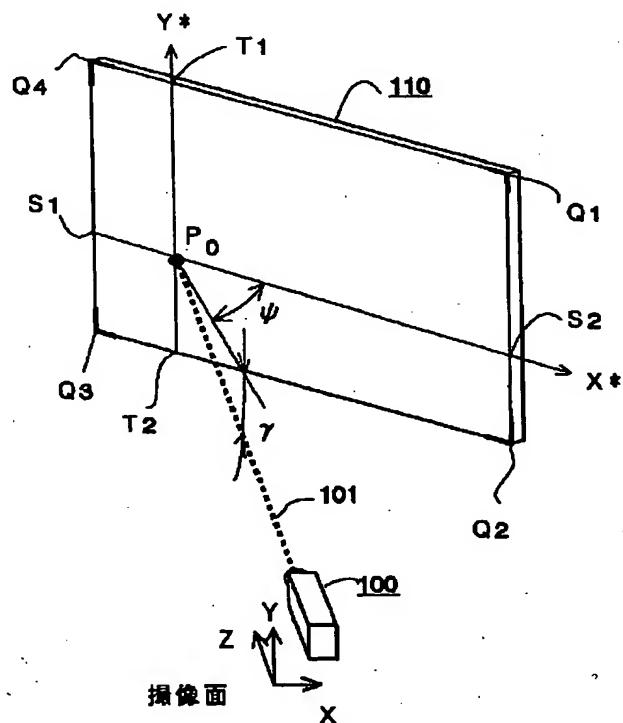
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置検出装置及びその方法、平面姿勢検出装置及びその方法

(57)【要約】

【課題】 撮像された画像データのみの情報から撮像対象である所定平面の姿勢位置や平面上の被検出位置を簡単に検出できる姿勢や位置の検出方法、自由度の高い操作性を有する小型で軽量な姿勢検出装置や位置検出装置を提供する。

【解決手段】 複数の特徴点をもつ所定平面を撮像する撮像手段1と、前記撮像手段により得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定手段と、前記特徴点の座標位置に基づいて、第1データを演算する第1演算手段521と、前記第1演算手段の結果と前記特徴点の座標位置とにに基づいて、撮像面上の基準位置にて撮像された点での前記所定平面上の座標位置を第2データとして演算する第2演算手段522とを備えた構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の特徴点をもつ所定平面を撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定手段と、前記特徴点の座標位置に基づいて、第 1 データを演算する第 1 演算手段と、前記第 1 演算手段の結果と前記特徴点の座標位置に基づいて、撮像面上の基準位置にて撮像された点での前記所定平面上の座標位置を第 2 データとして演算する第 2 演算手段と、を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】 複数の特徴点をもつ所定平面上の被検出位置を検出する装置であって、前記所定平面上の被検出位置が予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定手段と、前記特徴点特定手段により特定された座標位置に基づいて、第 1 データを演算する第 1 演算手段と、前記第 1 演算手段の結果と前記特徴点の座標位置に基づいて、前記所定平面上の被検出位置の座標位置を第 2 データとして演算する第 2 演算手段と、を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 3】 前記第 1 演算手段は、前記特徴点の座標位置に基づいて、第 3 データを演算する第 3 演算手段と、前記第 3 演算手段の結果と前記特徴点の座標位置に基づいて前記第 1 データを演算する第 4 演算手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の位置検出装置。

【請求項 4】 前記第 1 データは、撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータとすることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 5】 前記第 1 演算手段は、撮像面に対する所定平面の姿勢を演算する平面姿勢演算手段であることを特徴とする請求項 4 記載の位置検出装置。

【請求項 6】 前記第 1 演算手段は、前記透視射影演算手段であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 記載のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 7】 前記第 1 データは、前記特徴点の座標位置から算出された消失点に基づいて演算することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 8】 前記第 3 演算手段は、前記特徴点特定手段により特定された座標位置に基づいて消失点を算出する消失点算出手段と、前記消失点と前記撮像面上に予め定められた基準位置とを結ぶ消失直線を算出する消失直線算出手段と、前記消失直線と前記特徴点の相隣接する 2 点間の直線との交点の座標位置を算出する消失特徴点算出手段とにより、前記第 3 データを消失特徴点として演算することを特徴とする請求項 3 記載の位置検出裝

置。

【請求項 9】 前記第 3 演算手段は、前記消失点のうち一方の消失点が画像座標系の X 軸または Y 軸のいずれか一方に一致するように撮像画像データを画像上の基準位置を中心に回転させる画像座標変換手段により、前記第 3 データを撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータとして演算することを特徴とする請求項 3 ~ 8 のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 10】 前記第 4 演算手段は、前記第 1 データを撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータとして演算する透視射影変換手段であることを特徴とする請求項 3、8、9 のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 11】 前記被検出位置が予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにするためのファインダーを備えたことを特徴とする請求項 2 記載の位置検出装置。

【請求項 12】 前記被検出位置が予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにするための前記所定平面上の被検出位置を輝点とする光ビームを照射する光ビーム照射手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の位置検出装置。

【請求項 13】 前記光ビーム照射手段の光軸は、撮像手段の光軸とほぼ一致していることを特徴とする請求項 12 記載の位置検出装置。

【請求項 14】 前記所定平面は平面に存在する表示画像であることを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 15】 前記複数の特徴点は画像表示された点群であることを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 16】 前記基準位置は前記撮像手段の光軸が撮像面を切る点であることを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の位置検出装置。

【請求項 17】 複数の特徴点をもつ所定平面を撮像する撮像ステップと、

前記撮像ステップにより得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定ステップと、

前記特徴点特定ステップにより特定された座標位置に基づいて、第 1 データを演算する第 1 演算ステップと、前記第 1 演算ステップの結果と前記特徴点の座標位置に基づいて、撮像面上の所定位置にて撮像された点の前記所定平面上の座標位置を演算する第 2 演算ステップと、

を含むことを特徴とする位置検出方法。

【請求項 18】 複数の特徴点をもつ所定平面上の被検出位置を検出する方法であって、

前記所定平面上の被検出位置が予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像する撮像ステップと、

前記撮像ステップにより得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定ステップと、前記特徴点特定ステップにより特定された座標位置に基づいて、第1データを演算する第1演算ステップと、前記第1演算ステップの結果と前記特徴点の座標位置とに基づいて、前記所定平面上の被検出位置の座標位置を第2データとして演算する第2演算ステップと、を含むことを特徴とする位置検出方法。

【請求項19】 前記第1演算ステップは、前記特徴点の座標位置に基づいて、第3データを演算する第3演算ステップと、前記第3演算ステップの結果と前記特徴点の座標位置とに基づいて前記第1データを演算する第4演算ステップとを含むことを特徴とする請求項17または18記載の位置検出方法。

【請求項20】 前記第1データは、撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータであることを特徴とする請求項17～19のいずれかに記載の位置検出方法。

【請求項21】 前記第1演算ステップは、撮像面に対する所定平面の姿勢を演算する平面姿勢演算ステップであることを特徴とする請求項20記載の位置検出方法。

【請求項22】 前記第1演算ステップは、透視射影変換ステップであることを特徴とする請求項17～20記載のいずれかに記載の位置検出方法。

【請求項23】 前記第1データは、前記特徴点の座標位置から算出された消失点に基づいて演算することを特徴とする請求項17～22のいずれかに記載の位置検出方法。

【請求項24】 前記第3演算ステップは、前記特徴点特定ステップにより特定された座標位置に基づいて消失点を算出する消失点算出ステップと、前記消失点と前記撮像面上に予め定められた基準位置とを結ぶ消失直線を算出する消失直線算出ステップと、前記消失直線と前記特徴点の相隣接する2点間の直線との交点の座標位置を算出する消失特徴点算出ステップとを含み、前記第3データを消失特徴点として演算することを特徴とする請求項19記載の位置検出方法。

【請求項25】 前記第3演算ステップは、前記消失点のうち一方の消失点が画像座標系のX軸またはY軸のいずれか一方に一致するように撮像画像データを画像上の基準位置を中心に回転させる画像座標変換ステップを含み、前記第3データを撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータとして演算することを特徴とする請求項19～24のいずれかに記載の位置検出方法。

【請求項26】 前記第4演算ステップは、前記第1データを撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータとして演算する透視射影変換ステップであることを特徴とする請求項19、24、25のいずれかに記載の位置検出方法。

【請求項27】 前記基準位置は前記撮像手段の光軸が

撮像面を切る点であることを特徴とする請求項17～26のいずれかに記載の位置検出方法。

【請求項28】 3次元空間内の所定平面の姿勢を検出する姿勢検出装置であって、

前記所定平面上に存在する特徴点を含むように撮像する撮像手段と、

前記撮像手段により得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定手段と、

前記特徴点の座標位置に基づいて消失点を算出処理する消失点処理手段と、前記消失点処理手段の結果と前記特徴点の座標位置とに基づいて撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータを演算する透視射影変換手段とを備えたことを特徴とする平面姿勢検出装置。

【請求項29】 前記消失点処理手段は、前記特徴点特定手段により特定された座標位置に基づいて消失点を算出する消失点算出手段と、前記消失点と前記撮像面上に予め定められた基準位置とを結ぶ消失直線を算出する消失直線算出手段と、前記消失直線と前記特徴点の相隣接する2点間の直線との交点の座標位置を算出する消失特徴点算出手段とを備えたことを特徴とする請求項29記載の平面姿勢検出装置。

【請求項30】 前記消失点処理手段は、前記消失点のうち一つの消失点が画像座標系のX軸またはY軸のいずれか一方に一致するように撮像画像データを画像上の基準位置を中心に回転させる画像座標変換手段により、前記第3データを撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータとして演算することを特徴とする請求項28または29記載の平面姿勢検出装置。

【請求項31】 前記所定平面は平面上に表示された画像であることを特徴とする請求項28～30のいずれかに記載の平面姿勢検出装置。

【請求項32】 前記複数の特徴点は画像表示されたことを特徴とする請求項28～31のいずれかに記載の平面姿勢検出装置。

【請求項33】 前記複数の特徴点は画像表示された点群であることを特徴とする請求項28～32のいずれかに記載の平面姿勢検出装置。

【請求項34】 前記基準位置は前記撮像手段の光軸が撮像面を切る点であることを特徴とする請求項29または30記載の平面姿勢検出装置。

【請求項35】 3次元空間内の所定平面の姿勢を検出する姿勢検出方法であって、

前記所定平面上に存在する特徴点を含むように撮像する撮像ステップと、

前記撮像ステップにより得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定ステップと、

前記特徴点の座標位置に基づいて、消失点を算出処理する消失点処理ステップと、前記消失点処理ステップの結果と前記特徴点の座標位置とに基づいて撮像面に対する

所定平面の姿勢パラメータを演算する透視射影変換ステップとを含むことを特徴とする平面姿勢検出方法。

【請求項36】前記消失点処理ステップは、前記特徴点特定ステップにより特定された座標位置に基づいて消失点を算出する消失点算出ステップと、前記消失点と前記撮像面上に予め定められた基準位置とを結ぶ消失直線を算出する消失直線算出ステップと、前記消失直線と前記特徴点の相隣接する2点間の直線との交点の座標位置を算出する消失特徴点算出ステップとを含むことを特徴とする請求項35記載の平面姿勢検出方法。

【請求項37】前記消失点処理ステップは、前記消失点のうち1つの消失点が画像座標系のX軸またはY軸のいずれか一方に一致するように撮像画像データを画像上の基準位置を中心に回転させる画像座標変換ステップを含むことを特徴とする請求項35または36記載の平面姿勢検出方法。

【請求項38】前記基準位置は前記撮像ステップの光軸が撮像面を切る点であることを特徴とする請求項35または37のいずれかに記載の平面姿勢検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像画像データに基づいて3次元空間内に置かれた平面上の被検出位置を検出する位置検出装置及び方法ならびに対象平面上の姿勢検出装置及び方法に関するものであり、特に、ディスプレイ上の位置検出などに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近コンピュータの表示画面に直接座標入力したり、コンピュータ画面をプロジェクタによりスクリーン上に投影しカーソル操作を行うことが頻繁に行われている。特に投影された画像上をレーザーポインタ等により指示位置を特定して、コンピュータ本体のコマンド操作、編集、拡大縮小などを行うことのできるポイントティングデバイスが提案されている。これらの従来例として、例えば特開平2-306294号、特開平3-176718号公報、特開平4-305687号公報、特開平6-308879号公報などがあげられる。

【0003】代表的な従来例である特開平2-306294号公報は、プロジェクタにより投影されたスクリーン、スクリーン上の被検出位置を指示するレーザーポインタ、スクリーン上に向けられレーザーポインタの輝点を検出するための固定CCDカメラから構成されている。このCCDカメラにより所定時間毎にスクリーン上のレーザー輝点を検出し、スクリーン上の輝点の位置を検出しようとするものである。

【0004】また、特開平6-308879号公報はスクリーンの近傍に複数の発光素子を配置し、指示器には複数の発光素子からの光を受光する受光素子が設けられ、発光素子からの光強度や光の方向性を基に計算機により計算しスクリーン上の位置を特定できるようにした

装置で、操作者が任意の位置で操作してもスクリーン上の指示位置を特定できる装置である。

【0005】さらに、特開平10-1116341号公報では、基準カメラと検査カメラの2台のカメラを用いてそれぞれの画像を基に被計測点の位置を計測する方法、特開平9-231373号公報では、2つ以上の撮像装置を用いて複数の特徴点を有する物体を撮像し、各特徴点間の相対的な3次元位置関係を透視射影変換により算出する3次元位置計測装置などが提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来、ポインタティングデバイスなどに用いる位置検出装置、例えば、特開平2-306294号公報のように固定カメラにより位置検出する場合、カメラとスクリーンとの間に操作者や人が入ってしまい位置検出ができなくなってしまう問題やスクリーン上に投影されている画像が高輝度画像となるとレーザービームの輝点検出が困難になる問題が生じる。さらに、固定カメラを設置するスペースが必要となり、装置が大型化してしまい操作性の自由度が低く、汎用性に欠けるという問題も生じる。

【0007】特開平6-308879号公報のように、表示画面上に発光素子を設けて発光する光を指示器に設けられた光電変換素子で受光する方法は、位置検出するために表示画面に発光素子を設けなければならないため汎用性に欠けるという問題や、光強度の指向性とその強度を検出して被検出位置を算出する方法は、そのための受光素子構造の工夫が必要の上、スクリーン上の被検出位置精度が高くないという問題が生じる。

【0008】また、複数の撮像装置を用いて3次元空間内の被写体の位置計測を行う方法は、装置が大型化し演算処理量も多くなってしまうという問題がある。本発明の目的は、撮像された画像データのみの情報から撮像対象である所定平面の姿勢位置や平面上の被検出位置を簡単に検出できる姿勢や位置の検出方法、自由度の高い操作性を有する小型で軽量な姿勢検出装置及び位置検出装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の請求項1記載の位置検出装置は、複数の特徴点をもつ所定平面を撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定手段と、前記特徴点の座標位置に基づいて、第1データを演算する第1演算手段と、前記第1演算手段の結果と前記特徴点の座標位置とに基づいて、撮像面上の基準位置にて撮像された点での前記所定平面上の座標位置を第2データとして演算する第2演算手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】また、本発明の請求項2記載の複数の特徴点をもつ所定平面上の被検出位置を検出する装置は、前記所定平面上の被検出位置が予め定められた撮像面上の

(5)

7

基準位置に合っている状態で撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定手段と、前記特徴点特定手段により特定された座標位置に基づいて、第1データを演算する第1演算手段と、前記第1演算手段の結果と前記特徴点の座標位置とにに基づいて、前記所定平面上の被検出位置の座標位置を第2データとして演算する第2演算手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】本発明の請求項17記載の位置検出方法は、複数の特徴点をもつ所定平面を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップにより得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定ステップと、前記特徴点特定ステップにより特定された座標位置に基づいて、第1データを演算する第1演算ステップと、前記第1演算ステップの結果と前記特徴点の座標位置とにに基づいて、撮像面上の所定位置にて撮像された点の前記所定平面上の座標位置を演算する第2演算ステップとを含むことを特徴とする。

【0012】本発明の請求項28記載の3次元空間内の所定平面の姿勢を検出する姿勢検出装置は、前記所定平面上に存在する特徴点を含むように撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定手段と、前記特徴点の座標位置に基づいて、消失点を算出処理する消失点処理手段と、前記消失点処理手段の結果と前記特徴点の座標位置とにに基づいて撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータを演算する透視射影変換手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】本発明の請求項35記載の3次元空間内の所定平面の姿勢を検出する姿勢検出方法は、前記所定平面上に存在する特徴点を含むように撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップにより得られた画像データから撮像面上の前記特徴点の座標位置を特定する特徴点特定ステップと、前記特徴点の座標位置に基づいて、消失点を算出処理する消失点処理ステップと、前記消失点処理ステップの結果と前記特徴点の座標位置とにに基づいて撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータを演算する透視射影変換ステップとを含むことを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は実施の形態に係わる位置検出装置の概念構成図である。100は本実施の形態に係わる位置検出装置本体、110は座標検出対象となる所定平面であり、特徴点Q1、Q2、Q3、Q4を有する矩形平面である。位置検出装置本体100を用いて平面110上の被検出位置P0を検出しようとするものである。位置検出装置本体100は所定平面110に対し任意の位置から操作することが可能である。破線101は位置検出装置本体100に設けられている撮像手段1の撮像面の中心から垂直に所定平面上の被検出位置まで延びている光軸である。

8

【0015】本実施の形態で被検出対象とした平面の形状は、四角形の各角度が直角なる矩形形状を有する物体や图形である。代表的な例として、パソコン表示画面、プロジェクタ投影画面、コンピュータにより作成される图形などの表示画面があげられる。本実施の形態では特徴点として所定平面形状の4隅とする矩形形状としたが、これら矩形形状を特徴付ける特徴点は所定平面上にあればよく、スクリーン平面上に表示された画像であってもよい。

【0016】図2、図3は本発明の実施の形態に係わる位置検出装置100のブロック構成図、図4はその概念構成斜視図である。図2の構成ブロック図において、1は撮像手段であり、撮像手段はレンズ光学系と撮像素子とから構成されている。本実施の形態ではCCD撮像素子を有するデジタルスチルカメラを用いたが、ビデオカメラでもよい。

【0017】また、撮像手段1には被写体である平面上の被検出位置を特定するため予め基準位置が定められている。本実施の形態では基準位置は撮像面の中心とし、画像座標系(X-Y座標系)の原点O_mとしてある。2は撮像手段により撮像された画像データをデジタル画像データとするA/D変換手段である。3はA/D変換されたデジタル画像データはCCD撮像面の各画素に対応したアドレス毎に一時的に記憶できるフレームメモリである。

【0018】このフレームメモリは連続撮像が記憶できるように数十MB程度記憶できる容量を有している。4は制御手段である。この制御手段4はROM(不図示)を備えており、透視射影変換処理するプログラムや各種制御プログラムなどが格納されている。

【0019】5は画像処理手段である。画像処理手段5は、取り込まれた撮像画像データに基づいて、3次元空間内の平面上のいずれかに配置された矩形形状を特徴付ける特徴点を抽出する特徴点抽出手段51と、抽出された特徴点の座標位置に基づいて被検出位置演算処理を行う位置演算手段52とから構成される。

【0020】この特徴点抽出手段51には、一時的に呼び込まれた画像データが矩形平面の特徴点を抽出したか否か判断する抽出判断手段(不図示)を備えている。この抽出判断手段を備えることにより、もし抽出判断手段において特徴点が抽出できなかった場合に警告音を発し、再度画像の取り込みを操作者に指示することができる。

【0021】また、位置演算手段52は3次元空間(X-Y-Z座標系)内における撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータ(第1データ)を演算する平面姿勢演算手段(第1演算手段)521と、所定平面上の被検出位置の座標を演算する座標演算処理手段(第2演算手段)522とから構成される。

【0022】図3は平面姿勢演算手段521の詳細プロ

ック図である。平面姿勢演算手段（第1演算手段）521は、消失点算出手段5211と消失直線算出手段5212と消失特徴点算出手段5213とから構成される消失点処理手段（第3演算手段）523、画像座標系変換手段5214及び透視射影変換手段（第4演算手段）5215とから構成されている。

【0023】消失点処理手段（第3演算手段）は撮像面上における複数の特徴点の座標位置から算出し、その消失点に基づいて消失特徴点（第3データ）を算出処理する手段である。第4演算手段は姿勢パラメータを算出するための透視射影変換手段に相当する。

【0024】6Aは光ビーム照射手段であり、LED発光素子や半導体レーザー発生器が用いられる。光ビーム照射手段2は被検出位置を指示する視認性のある光を発するものであればよく、プレゼンテーションや会議の際、操作者が指示する箇所を特定できる汎用のレーザーポインタでよい。

【0025】図5は図4で示した光ビーム照射手段6Aを用いた装置構成の光学系の一例である。光ビーム照射手段として赤外線レーザーを用いた例である。電源がONされると60光源から61コリメートレンズで平行となつたレーザー光は、62ミラーを介し、撮像光学系の中心軸上に設けられた13ミラーにより反射され所定平面上に輝点として導かれる。撮像光学系は12は撮像レンズと11はCCDとから構成されている。装置本体から出射されるポインティング用レーザーの光軸が、撮像光学系の光軸と一致するような光学系となっている。ミラー13は赤外線レーザーを反射させ、可視光を透過するようなハーフミラーである。

【0026】ポインティング用レーザーは表示画面上の被検出位置を確認できればよく、撮像時にはOFFされる。従って、ミラー13は撮像する時にはミラーアップするような機構にても良い。光ビーム照射手段6Aにより照射された所定平面上の被検出位置が撮像面上に設定された基準位置と合致するように、光ビーム照射手段6Aと撮像手段1とが予め決められた位置関係で設けられている。図では撮像レンズの光軸とレーザー照射光学系の光軸とが一致するようにしてあるが、レーザーは視認するだけがあるので、所定平面上の輝点が被検出位置近傍にあればよく、必ずしも光軸が一致してなくてもよい。

【0027】7はレーザー照射ボタン、8はシャッターボタンである。7、8は、2段スイッチとなっており、1段目を押すと単に赤外線レーザーを照射し、被検出位置を指示すだけでオフされる。さらに2段目を押すことにより、撮像手段のシャッターが切れ、所定平面の画像を取り込めるようになっている。

【0028】9は出力信号処理部で、演算結果得られた平面の姿勢パラメータや被検出位置を出力信号に変え、本体の表示部に画像とともに数値表示したり、ビデオブ

ロジェクタ、コンピュータなどの外部機器へ送出する。出力信号処理手段9として被検出位置出力信号をワイヤレス信号として送出できる発信手段を用いれば、装置の操作性は格段に広がり効果的である。

【0029】図6は、被検出位置に基準位置を合わせる方法として光ビーム照射手段に代え、視準手段6Bを備えた位置検出装置の光学系の一例である。視準手段6Bには予め撮像面上の基準位置と一致する位置に十字線74が刻まれており、この十字線の位置を被検出位置に合わせて、撮像することにより所定平面上の被検出位置が検出される。

【0030】このように、撮像時に視準手段を設けたファインダーや光ビーム照射手段などを用いることにより、予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにしているのである。その基準位置は撮像レンズの光軸が撮像面を切る点、すなわち、撮像画像の中心としてある。

【0031】本実施の形態に係る位置検出装置本体の構成は、図6のように撮像手段1と画像処理手段5とが一体としたが、位置検出入力手段としての撮像手段と画像処理手段とを別体にし、画像処理手段5をパソコンなど外部機器の内部記憶装置や外部記録媒体に備えるようにしてもよい。

【0032】次に、本発明の実施の形態の位置検出装置の基本動作について説明する。図7は本発明の実施の形態の検出装置の基本動作を説明するフローチャートである。ステップS100で検出装置の電源がONする。ステップS101において3次元空間内の複数の特徴点を含む所定平面上において検出しようとする被検出位置に画像座標系の撮像面上の予め定められた基準位置を合わせる。本実施の形態において、基準位置は撮像レンズの光軸が撮像面を切る点、すなわち、撮像画像の中心としてある。

【0033】ステップS102ではこの合わせた状態で撮像手段のシャッター8をONにし、画像を取り込む。取り込まれた画像は画像データ信号処理されフレームメモリに格納され、ステップS103において予め抽出しようとする幾何学的特徴点が抽出され、画像座標系において矩形形状を特徴づける4個の特徴点の重心位置座標q1, q2, q3, q4が特定される。その時、ステップS104では予め決められた幾何学的特徴点が正確に抽出されたか否か判断する。正確に抽出されなかった場合、ステップS105において警告音を発し、再度撮像手段により取り込むよう操作者に伝えられる。予め定められた幾何学的特徴点が抽出されれば、次のステップS106に進む。

【0034】ステップS106では3次元空間内の所定平面の姿勢位置や被検出位置の検出演算処理される。このステップS106の詳細は後述する。ステップS107では演算処理され算出された値を表示手段（不図示）

(7)

11

や外部機器などに合わせ信号処理され出力される。例えば、所定平面としてパソコン画面とした場合、本実施の形態の位置検出装置により、任意の位置からパソコン画面上の座標位置入力が行え、指示した位置（被検出位置）にカーソルを表示することができる。

【0035】次に、本実施の形態の検出装置の画像処理手段5の各構成の動作について詳細に説明する。

(a) 特徴点抽出処理

撮像画像データから矩形形状を特徴付ける所定平面の4隅Q1、Q2、Q3、Q4を抽出する方法としてパターンマッチング法、差分画像法、濃淡輪郭法などがある。対象となる所定平面に応じて適切な方法を選択することになる。

【0036】本実施の形態では、所定平面の形状を特徴付けるこれら4つの特徴点の情報、例えば、幾何学的形状、色、発光素子などを予めメモリに格納しておき、撮像画像データと比較参照して特徴点を抽出するパターンマッチング方法を用いる。また、所定平面がスクリーン平面上に表示された表示画像である場合には差分画像法が好ましい。表示画像全体は4隅Q1、Q2、Q3、Q4を特徴点とする矩形形状である。表示画像は撮像時の撮像時のシャッター信号と同期して、表示画像の輝度が変化するようになっている。撮像時のタイミングに合わせて表示画像輝度が異なる濃淡2枚の時系列画像を撮像し、2枚の撮像画像を得る。これら2枚の撮像画像を差分処理する。これら差分画像に基づき二値化処理を行い、複数の幾何学的特徴点q1、q2、q3、q4を抽出する。

【0037】(b) 位置演算処理（第2演算手段）

次に、3次元空間内に置かれた特徴点を有する所定平面上の被検出位置P0の位置座標を算出する方法について具体的に説明する。図8は3次元空間内に置かれた所定平面上の被検出位置を演算処理する具体的な手順を示したフローチャートである。図7の基本動作フローチャートのステップS106の動作の詳細である図9は3次元空間における撮像面上のX-Y-Z座標系（画像座標系と呼ぶ）と所定平面上のX*-Y*座標系（平面座標系と呼ぶ）との姿勢の位置関係を示したものである。画像座標系の中心から垂直に延びる光軸（撮像レンズの光軸）をZ軸とする。Z軸上の視点Oは、画像座標系の原点O_mから焦点距離fの位置にある。X-Y-Z座標系のX軸回りの角度φ、Y軸回りの角度γ、Z軸回りの角度αまたはβとする。これらの角度回りはいずれも時計回りを正としている。

【0038】図10及び図11には、操作者が任意の位置から位置検出装置本体に設けられた撮像手段100の撮像方向を矩形形状である所定平面向て撮像した撮像画像qを示した。図には、撮像された画像は平面上の座標位置である被検出位置P0を撮像面に設定された基準位置（撮像面の原点O_m）に一致させてある。すなわち、撮像面上に定められた基準位置が光軸（Z軸）が振る。

12

像面を切る点としてある。これら4個の特徴点q1、q2、q3、q4は、図1の平面座標系X*-Y*座標系におけるQ1、Q2、Q3、Q4に対応する。

【0039】被検出位置を示す基準位置が4個の特徴点が形成される形状（矩形形状）の範囲外であっても良い。図11は、被検出位置とした撮像画像の中心が所定平面上にある4個の特徴点で形成される矩形形状範囲内に含まない例である。

(b1) 平面の姿勢演算処理（第1演算手段）

10 被検出位置を演算するための第1のステップである平面の姿勢算出処理について、図8のフローチャート及び図3のブロック構成図、図9～図16を参考しながら説明する。撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータ（第1データ）としてZ軸回りの角度αまたは角度β、Y軸回りの角度φ及びX軸回りの角度γがある。

【0040】まず最初に、ステップS111では、すでに特徴点抽出手段の特徴点特定手段において特定されたq1、q2、q3、q4の座標位置に基づいて、撮像画像qの相隣接する特徴点を通る直線式I1、I2、I3、I4を算出する。次に、ステップS112ではこれら直線式を用いて撮像画像データの消失点T0、S0を算出する。

（ステップS111とS112は図3のブロック構成図の消失点算出手段5211の処理に相当する）

20 矩形形状を有する平面を撮像すると撮像画像には必ず消失点が存在する。消失点とは平行群が収束する点である。例えば、直線Q1Q2に対応する撮像面上の直線q1q2と直線Q3Q4に対応する直線q3q4、q1q4、また右辺Q1Q4とq2q3とが完全に平行であれば消失点は無限遠に存在することになる。無限遠に存在するとき、その方向には透視射影されても透視効果は現れない。

【0041】本実施の形態では3次元空間内に置かれた平面形状は矩形形状である。従って、物体座標系では2組の平行を有し、画像座標系の撮像画像上ではX軸側、Y軸側のそれぞれに消失点が1つ存在することになる。図10には任意の位置で撮像したときの撮像データ上で消失点の位置を示してある。X軸側に生じる消失点をS0、Y軸側に生じる消失点をT0としてある。q1q2とq3q4との延長した直線の交点が消失点の位置である。

40 【0042】ステップS113では消失点S0、T0を求めた後、これら消失点と撮像画像の中心O_mとを結んだ直線O_mS0、O_mT0を算出する。（ステップS113は図3の消失直線算出手段5112で実行される処理である）

次に、これら消失直線と特徴点q1、q2、q3、q4によって特徴付けられる消失特徴点q_{s1}、q_{s2}、q_{t1}、q_{t2}を求める処理を行う。（ステップS114は図3の消失特徴点算出手段5113で実行される処理である）消失点S0、T0と撮像データ中心O_mとを結んだ各消失直線S0O_m、T0O_mが、相隣接する2つの特徴点を通る

(8)

13

直線 $q_1 q_2$ 、 $q_3 q_4$ 、及び $q_2 q_3$ 、 $q_1 q_4$ と交わる交点 $q_{t1}(X_{t1}, Y_{t1})$ 、 $q_{t2}(X_{t2}, Y_{t2})$ 、 $q_{s1}(X_{s1}, Y_{s1})$ 、 $q_{s2}(X_{s2}, Y_{s2})$ を算出する。(以後、 q_{t1} 、 q_{t2} 、 q_{s1} 、 q_{s2} を消失特徴点と呼ぶ。また、 $q_{t1} q_{t2}$ 、 $q_{s1} q_{s2}$ は、 $O_m S_0$ 、 $O_m T_0$ と同様に消失直線と呼ぶことにする。)

消失直線 $q_{t1} q_{t2}$ 、 $q_{s1} q_{s2}$ は、平面上で被検出位置 P_0 を基準とする各々互いに直交した直線に対応し、被検出位置を算出するための基準直線となる。すなわち、画像座標系 ($X-Y$ 座標系) の各特徴点 q_{t1} 、 q_{t2} 、 q_{s1} 、 q_{s2} は、図 1 の平面座標系 ($X*-Y*$ 座標系) における所定平面の特徴点 T_1 、 T_2 、 S_1 、 S_2 に対応する。

【0043】ステップ S 1 1 2 の消失点算出処理において、 $X-Y$ 画像座標系 ($X-Y$ 座標系) の X 軸方向に消失点が無限遠に存在すると判断された場合は、消失直線は X 軸と平行な直線となる。次に、ステップ S 1 1 5 に進む。ステップ S 1 1 5 では、画像座標系 ($X-Y$ 座標系) の X 軸が X 軸側の消失直線 $O_m S_0$ に一致するように O_m を中心に角度 β 度回転させ、 $X'-Y'$ 座標系とする座標変換処理を行う。このとき、画像座標系の Y 軸が Y 軸側の消失直線 $O_m T_0$ に一致するように O_m を中心に角度 α 度回転させ、 $X''-Y''$ 座標系とする座標変換処理でも良い。本実施の形態で用いる処理はいずれか一方で十分である。(ステップ S 1 1 5 は図 3 の画像座標系変換手段 5 2 1 4 で実行される処理である)

図 1 2 は、画像座標系 ($X-Y$ 座標系) を時計回りを正として β 度回転させ、 $X'-Y'$ 座標系、 $X''-Y''$ 座標系にそれぞれ画像座標変換処理を説明する図である。

【0044】これらの画像座標系回転操作は 3 次元空間 ($X-Y-Z$ 座標系) における Z 軸回りの回転に相当し、3 次元空間内におかれた所定平面の姿勢位置を表すパラメータの 1 つを決める操作である。このように消失直線 $q_{s1} q_{s2}$ を X 軸上に一致させることにより 3 次元空間内に置かれた所定平面上の直線 $Q_1 Q_2$ 、 $Q_3 Q_4$ は X 軸と平行な位置関係となる。

【0045】次のステップ S 1 1 6 において、得られた撮像画像上の $X-Y$ 座標変換後の $X'-Y'$ 座標系における位置座標を基に、画像座標系 $X'-Y'$ 系の特徴点 q_1 、 q_2 、 q_3 、 q_4 及び消失特徴点 q_{t1} 、 q_{t2} 、 q_{s1} 、 q_{s2} の座標位置に対する平面座標系を有する所定平面上の特徴点 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 及び T_1 、 T_2 、 S_1 、 S_2 の各座標位置の対応づけを行う。これらの対応付けは幾何学的手法を用いた透視射影変換処理を行うことによりなされる。この透視射影処理は、撮像面を基準にした 3 次元空間 ($X-Y-Z$ 座標系) 内の撮像面に対する所定平面の姿勢を算出する処理になり、すなわち、平面の姿勢を決定する 2 つのパラメータである Y 軸回りの角度 ϕ と X 軸回りの角度 γ を算出する処理となる。なお、透視射影変換処理の詳細は (b 2) 項にて後述する。(ステッ

14

プ S 1 1 6 は図 3 の透視射影変換手段 5 2 1 5 において実行される処理である)

次のステップ S 1 1 6 は、ステップ S 1 1 5 で算出された所定平面の姿勢パラメータに基づいて、平面座標系 ($X*-Y*$ 座標系) 上での被検出位置 P_0 の座標位置を算出する。被検出位置座標の算出の詳細は (b 3) 項にて後述する。

【0046】(b 2) 透視射影変換処理 (第 4 演算手段)

ここで、撮像面の画像座標系 ($X-Y$ 座標系) において矩形形状を特徴づける 4 個の特徴点の座標が特定された結果に基づいて、3 次元空間内に置かれた撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータ (俯角 ϕ 、仰角 γ) を算出するための透視射影変換処理について説明する。

【0047】まず最初に、図 1 3 に基づき 2 次元透視射影変換について簡単に説明する。図 1 3 では横軸を Z 軸、縦軸を Y 軸としてある。 O は透視射影変換する際の原点である (以下、透視点と呼ぶ)、1 は $X-Y$ 座標系を有する撮像面、2 は 2 次元平面である。図では透視点

O を原点とし横軸を Z 軸、縦軸を撮像面 $X-Y$ 座標系の Y 軸に一致させてある。いいかえれば、撮像面の X 軸は紙面に垂直方向にあり、撮像面の中心を Z 軸に一致させてある。この撮像手段が備えているレンズ光学系の焦点距離を f とする。撮像面 1 は透視点 O から焦点距離 f の位置に Z 軸上に垂直に置かれていることになる。実際に撮像面の前面位置にはレンズ光学系が置かれ、撮像面には 2 次元平面の倒立像が結像する構成となっているが、ここでは説明し易くするために便宜上、CCD 撮像面の後方焦点の位置に配置する構成としてある。

【0048】また、 $X*-Y*$ 平面座標系を有する所定平面 2 が、 Y 軸に対して角度 γ 度傾けた姿勢にあるとした。 $X-Y$ 座標系を有する画像座標系の各特徴点各 q_i ($i=1, 2$) は、 $X*-Y*$ 座標系を有する所定平面上の対応する特徴点 Q_i ($i=1, 2$) に幾何学的な対応付けにより透視射影変換される。その変換式は数 1 で表される。

【0049】

【数 1】

$$Y^o = \frac{Y \cdot f}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

$$Z^o = \frac{f^2}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

【0050】従って、特徴点 Q_i ($Y*i$, $Z*i$) ($i=1, 2$) の座標位置は、それぞれ次の数 2 で表される。

【0051】

【数 2】

(9)

$$Q_1(Y^*_1, Z^*_1) = \left(\frac{Y_1 \cdot f}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$Q_2(Y^*_2, Z^*_2) = \left(\frac{Y_2 \cdot f}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma} \right)$$

【0052】次に、3次元空間内に置かれた撮像面に対する所定平面の位置姿勢を算出する透視射影変換処理について具体的に説明する。図14は、3次元空間内(X-Y-Z座標系)に置かれた所定平面の位置姿勢を説明する斜視図である。図では所定平面の1/4矩形を示しており、撮像面上の所定平面上の特徴点の位置座標Q1(X*1, Y*1), Q2(X*2, Y*2)に対応する特徴点座標点q1(X1, Y1), q2(X2, Y2)が示されている。

【0053】図には平面座標系(X*-Y*座標系)における被検出位置P0通り、それぞれの軸に平行な直線と隣接する2つの特徴点を通る直線との交点であるT1, T2それにS2の3点の位置座標が示されている。これら図示されている特徴点T1, T2, S2それに不図示のS1は、撮像画像座標上では消失直線によって特徴付けられた消失特徴点qt1, qt2, qs2及びqs1に対応する。

【0054】Q3(X*3, Y*3), Q4(X*4, Y*4)に対する座標点q3(X3, Y3), q4(X4, Y4)については省略してある。本実施の形態では、図中の画像座標系の原点Om(0, 0, f)は撮像画像の中心位置とし、この*

16

* 中心位置は撮像しようとする所定平面上の被検出位置としてある。3次元空間X-Y-Z座標系の原点O(0, 0, 0)は、透視射影変換処理する際の透視点としてある。fは焦点距離である。

【0055】所定平面の撮像面に対する位置関係は、X軸回りを撮像面の原点Omを中心としてX軸回りに角度+φ, Y軸回りに角度+γである。これらいずれの角度も時計回りを正としてある。この図ではZ軸回りの回転操作(X-Y座標系を+β度回転)した結果が示してある。

【0056】本実施の形態では、撮像画像(X-Y座標系)上の特徴点q1, qt1, qs2の座標データに基づいて、これらの特徴点に対応する所定平面(X*-Y*座標系)上の特徴点Q1, T1及びS2の座標位置を透視射影変換により算出した。図15は図14に示した3次元空間内(X-Y-Z座標系)に置かれた所定平面をX'-Z'座標投影平面(Y'=0)上に正投影した図である。X'-Y'-Z'座標系はX-Y-Z座標系を回転座標変換したものである。X'-Z'座標投影平面上(Y'=0)には直線S1S2のみが存在している(太線で図示)。X'-Z'座標系の原点Omと透視点Oの距離は、撮像レンズの焦点距離fの位置である。各特徴点について透視射影変換により、対応付けを行った、平面座標系における各特徴点の座標位置をX'-Y'座標系における位置座標で表現した結果は、数3、数4で表される。

【0057】

【数3】

$$T_1(Y^*_{t1}, Z^*_{t1}) = \left(\frac{f \cdot Y_{t1}}{f - Y_{t1} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_{t1} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$T_2(Y^*_{t2}, Z^*_{t2}) = \left(\frac{f \cdot Y_{t2}}{f - Y_{t2} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_{t2} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S'_1(Y^*_{s1}, Z^*_{s1}) = \left(\frac{f \cdot Y_{s1} \cdot \tan \gamma}{Y_{s1} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y_{s1} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S'_2(Y^*_{s2}, Z^*_{s2}) = \left(\frac{f \cdot Y_{s2} \cdot \tan \gamma}{Y_{s2} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y_{s2} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

【0058】

【数4】

(10)

17

$$Q_1(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_1}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{\alpha} \right)$$

18

$$Q_2(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_2}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{\alpha} \right)$$

$$Q_3(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_1}{X_3} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_3}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_3}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{\alpha} \right)$$

$$Q_4(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_4}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X^*_{\alpha}, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X^*_{\alpha} \right)$$

【0059】また、図16は図14所定平面をY' - Z' 座標投影平面 ($X' = 0$) の上に正投影した図である。Y' - Z' 座標投影平面 ($X' = 0$) 上には直線T1 T2のみが存在する。図中には所定平面上の特徴点T1とQ1に対応する撮像画像上の特徴点q t1とq 1のみを図示してあり、Q2、Q3、Q4に対応する撮像画像上の特徴点は略してある。Y' - Z' 座標投影平面上における*

$$T'_1(Y^*_{\alpha}, Z^*_{\alpha}) = \left(\frac{f \cdot Y^*_{\alpha}}{f \cdot Y^*_{\alpha} \tan \gamma}, \frac{f}{f \cdot Y^*_{\alpha} \tan \gamma} \right)$$

*透視射影変換処理は、先に行ったX' - Z' 座標投影平面上での処理と同様な処理を行い、q t1とq 1に対応する平面上の特徴点T1、Q1の座標位置を算出する。

【0060】数5には、T1、Q1の座標位置を示した。

【0061】

【数5】

$$Q'_1(Y^*_{\alpha}, Z^*_{\alpha}) = \left(\frac{Y^*_{\alpha}}{f \cdot Y^*_{\alpha} \tan \gamma} \cdot Z^*_{\alpha}, \frac{f}{f \cdot Y^*_{\alpha} \tan \gamma} \cdot Z^*_{\alpha} \right)$$

$$= \left(\frac{f \cdot X^*_{\alpha} Y^*_{\alpha}}{(f \cdot Y^*_{\alpha} \tan \gamma)(X^*_{\alpha} \tan \phi + 1)}, \frac{f}{(f \cdot Y^*_{\alpha} \tan \gamma)(X^*_{\alpha} \tan \phi + 1)} \right)$$

$$Z*t1 | x = Z*t1 | y$$

上記の条件式から次の2つの関係式数6、数7を得ることができる。

【0064】

【数6】

$$\tan \phi = \frac{X^*_{\alpha} X^*_{\alpha} Y^*_{\alpha}}{X^*_{\alpha} Y^*_{\alpha} + X^*_{\alpha} Y^*_{\alpha} - X^*_{\alpha} Y^*_{\alpha}} \cdot \frac{1}{f}$$

【0065】

【数7】

$$\tan \gamma = \frac{1}{\tan \phi} \cdot \frac{X^*_{\alpha}}{Y^*_{\alpha}}$$

【0062】図15、図16の平面座標系の特徴点T1及びQ1の座標算出処理に着目する。X' - Z' 座標投影平面とY' - Z' 座標投影平面の2つの座標面に対して透視射影変換処理した結果、特徴点q t1とq 1に対応する平面座標上の特徴点T1及びQ1の座標値が得られる。

【0063】図15からはT1 ($X*t1, Z*t1 | x$) とQ1 ($X*t1, Z*t1 | x$)、図16からはT1 ($Y*t1, Z*t1 | y$) とQ1 ($Y*t1, Z*t1 | y$) がそれぞれ得られる。3次元空間内 (X' - Y' - Z' 座標系) に置かれた所定平面を正投影したX' Z' 投影平面 (図15)、Y' Z' 投影平面 (図16)において、Z' 軸に関する座標値は各投影平面座標では同じ値をとり、次の関係にある。

$$Z*t1 | x = Z*t1 | y$$

【0066】上記結果、3次元空間内に置かれた所定平

面の姿勢パラメータが画像座標系の特徴点の座標 q i、

19

消失特徴点の座標 q_{ti} または q_{si} と撮像レンズの焦点距離 f により簡単な関係式で表現されることがわかった。平面の位置姿勢を表す関係式は、数 6 及び数 7 に代え、次の関係式数 8 及び数 9 であっても良い。

【0067】数 8 及び数 9 示した Y 軸回りの角度 ψ の回転方向は、数 6 及び数 7 と逆である。

【0068】

【数 8】

$$\tan \psi = \frac{Y_1 - Y_h}{X_h Y_1 - Y_h X_1} \cdot f$$

【0069】

【数 9】

$$\tan \gamma = -\frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_h}{Y_h}$$

【0070】これらの関係式に用いられている特徴点 q_i は、撮像画像で得られた特徴点 q_i ($i=1 \sim 4$) の 1 点とこれら 4 この特徴点から算出された消失点を用いて決定された特徴点 q_{ti} または q_{si} を用いて表現されている。本実施の形態の手順では撮像手段により得られた画像データから得られた消失直線 $q_{s1} q_{s2}$ を X 軸に一致するように、X-Y 座標系を β 度回転させ X' - Y' 座標系に変換した場合について説明した。もう一方の消失直線 $q_{t1} q_{t2}$ を Y 軸に一致するように、X-Y 座標系を X' - Y' 座標系に変換して行っても、数式表現は異なるが同様な結果が得られる。

【0071】途中の式は省略し結果のみを数 10、数 11 に示した。

【0072】

【数 10】

$$\tan \phi = \frac{Y''_{s2}}{X''_{s2} \cdot \tan \gamma}$$

【0073】

【数 11】

$$\tan \gamma = \frac{X''_{s2} - X'_1}{X''_{s2} \cdot Y'_1 - X'_1 \cdot Y''_{s2}} \cdot f$$

【0074】数 10、数 11 では平面姿勢角度パラメータ ϕ は q_1 と q_{s2} の 2 つの座標値のみで表現されたものと示した。一般に、画像座標系の特徴点の座標位置は画素数で表現され、数 6 ~ 数 11 式中に換算係数として C CD 撮像素子の画素サイズが必要となることは今までもない。

【0075】以上、説明したように、平面座標系の平面の姿勢パラメータである角度算出式は撮像画像から算出された特徴点の座標データと撮像手段のパラメータである焦点距離 f だけで表現された簡単な関係式となっている。平面の姿勢パラメータを算出する式が、従来のような煩雑な座標変換行列式を用いることなく簡単な式で表

現されているため、演算処理能力が低くてもよい、演算誤差が少くなり精度的に有利などの利点がある。強いては、装置の低コスト化にもつながる。

【0076】さらに、所定平面の姿勢を算出する際にには、平面座標系における平面形状が定性的に矩形形状であるということが既知であればよく、矩形形状のアスペクト比や矩形形状を特徴付ける座標位置データ、撮像面と所定平面までの距離データなど平面に関する位置データは必要ないという利点がある。

10 【(b3) 座標位置演算処理 (第2演算手段)】

透視射影変換処理により算出された 3 次元空間内の所定平面の姿勢パラメータに基づいて、平面座標系における所定平面上の被検出位置座標を座標演算処理手段 522 により演算する。

【0077】平面座標系 (X* - Y* 座標系) における所定平面上の被検出位置は、横軸比 $m_i = |S1P0| / |S2P0|$ 、縦軸比 $n_i = |T1P0| / |T2P0|$ で算出される。数 6 及び数 7 の姿勢パラメータに対応した所定平面の被検出位置 $P0$ (X_{*i}, Y_{*i}) の算出式は、X 軸比 m 及び Y 軸比 n で表現すると、数 12、数 13 で表される。これらいずれの式を用いても良い。

【0078】数 12 は軸比 n_x, m_x を用いた式であり、X-Y 画像座標系を α 度回転し X' - Y' 座標系に変換した場合である。

20 【0079】

【数 12】

$$m_x = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|X_{s1}|}{|X_{s2}|} \cdot \frac{|K \cdot X_{s2} \cdot \tan \psi + f|}{|K \cdot X_{s1} \cdot \tan \psi + f|}$$

30

$$n_x = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|X_{t1}|}{|X_{t2}|} \cdot \frac{|f \cdot \tan \psi - X_{t2} \cdot K|}{|f \cdot \tan \psi - X_{t1} \cdot K|}$$

K:スケールファクター (画素サイズ)

【0080】また数 13 は、軸比 n_y, m_y を用いた式であり、X-Y 座標系を α 度回転し X' - Y' 座標系に変換した場合である。

【0081】

40 【数 13】

$$m_y = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|Y_{s1}|}{|Y_{s2}|} \cdot \frac{|Y_{s2} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}{|Y_{s1} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}$$

$$n_y = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|Y_{t1}|}{|Y_{t2}|} \cdot \frac{|f - K \cdot Y_{t2} \cdot \tan \gamma|}{|f - K \cdot Y_{t1} \cdot \tan \gamma|}$$

【0082】従って、所定平面上の被検出位置の座標位置 $P0$ (X_{0*}, Y_{0*}) は、数 12 の軸比を用いた場合に 50 は数 14 で表される。

【0083】

$$P_0(X_0, Y_0) = \left(\frac{m_x}{m_x + 1} \cdot X_{\max}, \frac{n_x}{n_x + 1} \cdot Y_{\max} \right)$$

【0084】所定平面上の被検出位置の座標を算出する際には、算出された2つの平面の姿勢パラメータ（俯角 ϕ 、仰角 γ ）のいずれか1つが算出されていればよい。今、特徴点が所定平面上に表示されている画像の4隅としたパソコン表示画面を考える。表示される最大ドット数 U_{\max} 、縦軸の最大ドット数 V_{\max} は既知であるので数14中 $X^{*\max}=U_{\max}$ 、 $Y^{*\max}=V_{\max}$ とすれば、被検出位置の座標位置が容易に算出される。

【0085】<シミュレーションによる位置検出方法の原理検証>次に、シミュレーション計算を行い、所定平面上の被検出位置 P_0 の座標位置を算出し、本実施の形態の位置検出方法の原理検証を行った。まず最初に、検出しようとしている被検出位置の矩形平面上の特徴点に対応する撮像面上の特徴点の座標位置データが必要である。そのために、予め既知の平面の位置姿勢パラメータ（ ϕ 、 γ ）の値を用いて、撮像面上の画像プロファイルを得るシミュレーション計算を行った。

【0086】所定平面として $1500\text{mm} \times 2000\text{mm}$
mの $100''$ サイズのスクリーン平面を想定し、撮像※

画像座標系の計算値を基に算出した
平面座標系における所定平面の姿勢及び被検出位置の座標

		S1S2消失軸を α 度回転させ、X軸に一致させた場合	T1T2消失軸を β 度回転させ、Y軸に一致させた場合
所定平面の姿勢	α, β (度)	-8.585	0.000
	$\tan \phi$	-1.710	-1.730
	ψ (度)	-59.687	-59.987
	$\tan \gamma$	0.088	0.087
	γ (度)	5.044	4.988
	m (=OT1/OS2)	0.996	0.996
被検出位置の座標	n (=OT1/OT2)	1.000	1.000

【0090】表にはX-Y座標系をZ軸回りに β 度反時計回りに回転させ、S軸をX軸に一致させた座標系をX'-Y'座標系とした場合とX-Y座標系をZ軸回りに α 度時計回りに回転させ、T軸をY軸に一致させX''-Y''座標系とした場合について示した。

【0091】その結果、スクリーンの撮像面からの姿勢位置ならびに被検出位置は予め設定した仰角60度、俯角5度という値に対して非常に精度良く一致しており、

原理的に正しいことが検証できた。

【0092】

【発明の効果】以上のように、本発明の実施の形態に係わる位置検出装置は、予め撮像面の基準位置を定めこの基準位置と被検出位置とを合わせたこと、複数の特徴点により形成される消失点を用いて演算処理したことなどにより、撮像レンズの焦点距離と矩形形状を特徴づける4個の画像位置データとの少ないパラメータを用いた簡

単な関係式を導出できた。このように撮像面に対する所定平面の姿勢検出や所望の被検出位置の座標位置が、精度良く、煩雑な行列演算処理を必要とせず容易に得ることができる。

【0093】また、本実施の形態に係わる平面姿勢検出装置によれば、3次元空間内に置かれた平面の姿勢位置情報を得るために姿勢センサが不要であり、1つの撮像素子があれば良いため装置構成は簡素化され、装置の小型軽量化となる。さらに、平面座標系における所定平面上の特徴点に関する情報は、矩形形状を形成するという以外不要であり、撮像画像上の特徴点の座標位置のみで算出することができる。

【0094】また、本実施の形態に係わる位置検出装置によれば、操作者は任意の操作位置からスクリーンなど表示画面上の指示したい位置に直接入力操作することができ、高い操作自由度を有する。このように本実施の形態に係わる位置検出装置や姿勢検出装置は、従来にない新しい入力装置として様々な分野への用途拡大が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の位置検出装置を説明するシステム構成図。

【図2】本実施の形態の構成ブロック図。

【図3】本実施の形態の平面姿勢算出手段の詳細構成ブロック図

【図4】本実施の形態の位置検出装置本体（位置検出入力手段）の構成図。

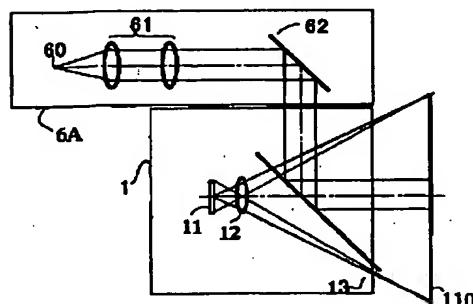
【図5】本実施の形態の第1の光学系。

【図6】本実施の形態の第2の光学系。

【図7】本実施の形態の基本動作を説明するフローチャート。

【図8】本実施の形態の画像処理部の詳細フローチャート。

【図5】



【図9】本実施の形態の画像座標系と平面座標系との関係を説明する図。

【図10】撮像された第1の矩形平面画像。

【図11】撮像された第2の矩形平面画像。

【図12】撮像された画像面上の各座標系。

【図13】2次元透視射影変換を説明する図

【図14】3次元透視射影変換を説明する斜視図。

【図15】図14における所定平面のX' - Z' 投影平面上への正投影図。

【図16】図14における所定平面のY' - Z' 投影平面上への正投影図。

【符号の説明】

1 撮像手段

2 A/D変換手段

3 フレームメモリ

4 制御手段

5 画像処理手段

6 A 光ビーム照射手段

6 B 視準手段

7 シャッターボタン

8 光照射ボタン

9 出力信号処理手段

5.1 特徴点抽出手段

5.2 位置演算処理手段

5.2.1 平面姿勢演算手段（第1演算手段）

5.2.2 座標演算手段（第2演算手段）

5.2.3 消失点処理手段（第3演算手段）

5.2.1.1 消失点算出手段

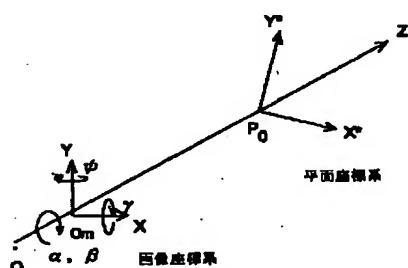
5.2.1.2 消失直線算出手段

5.2.1.3 消失特徴点算出手段

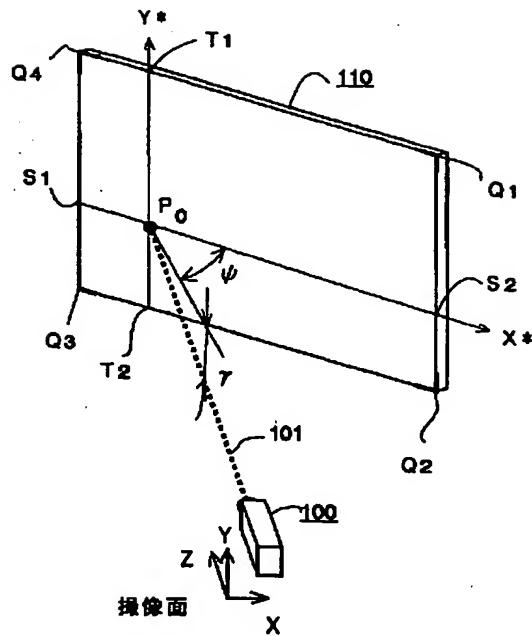
5.2.1.4 画像座標系変換手段

5.2.1.5 透視射影変換手段（第4演算手段）

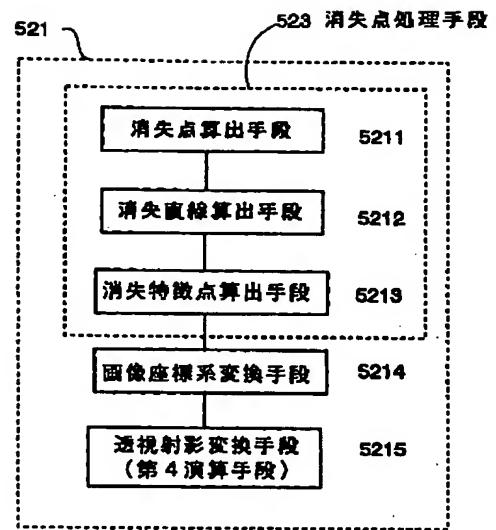
【図9】



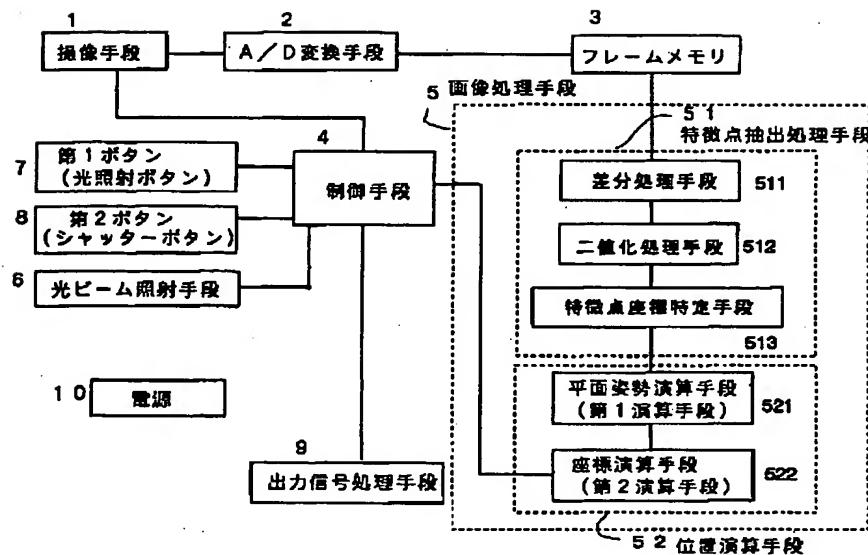
【図1】



【図3】

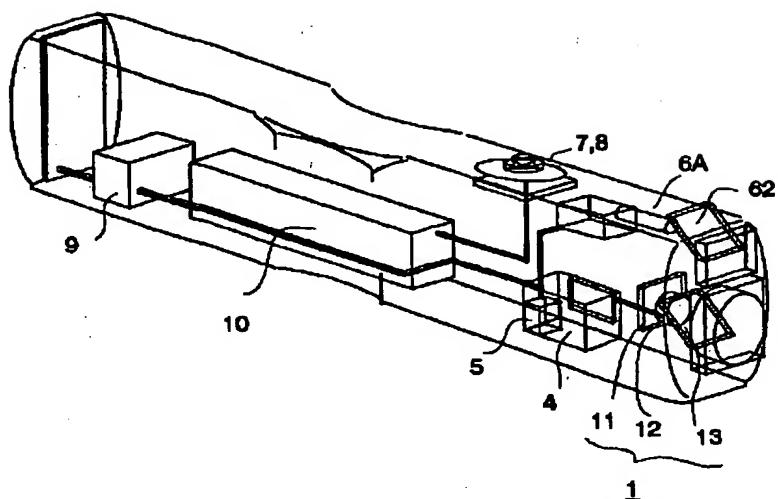


【図2】

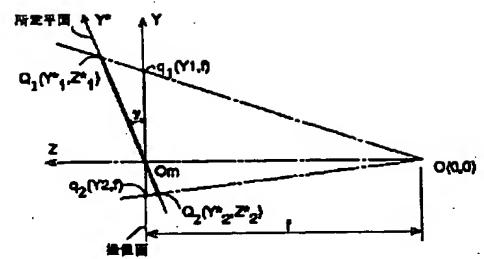


(15)

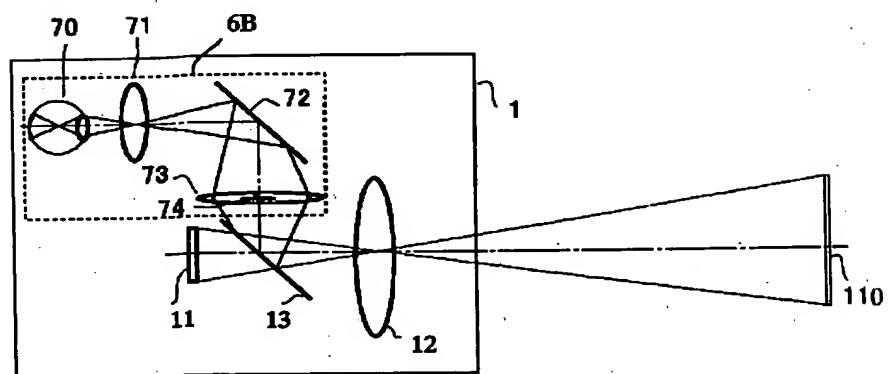
【図4】



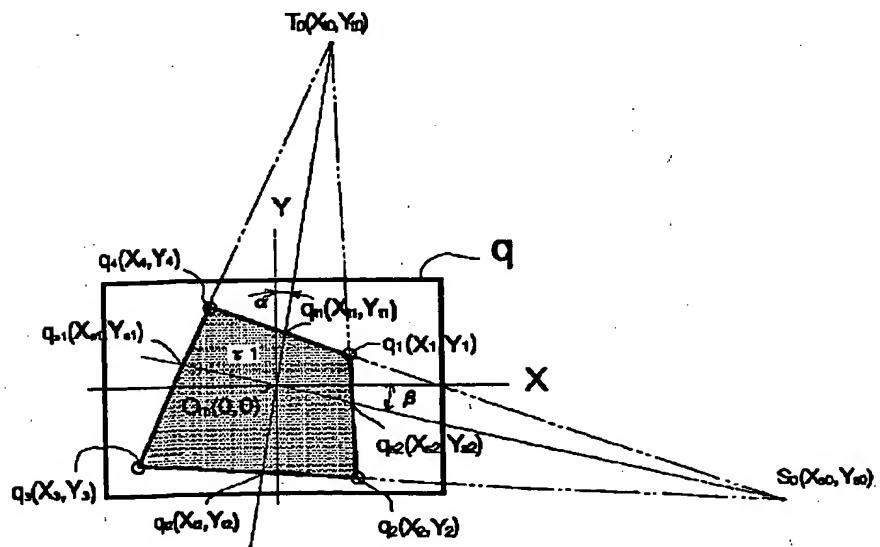
【図13】



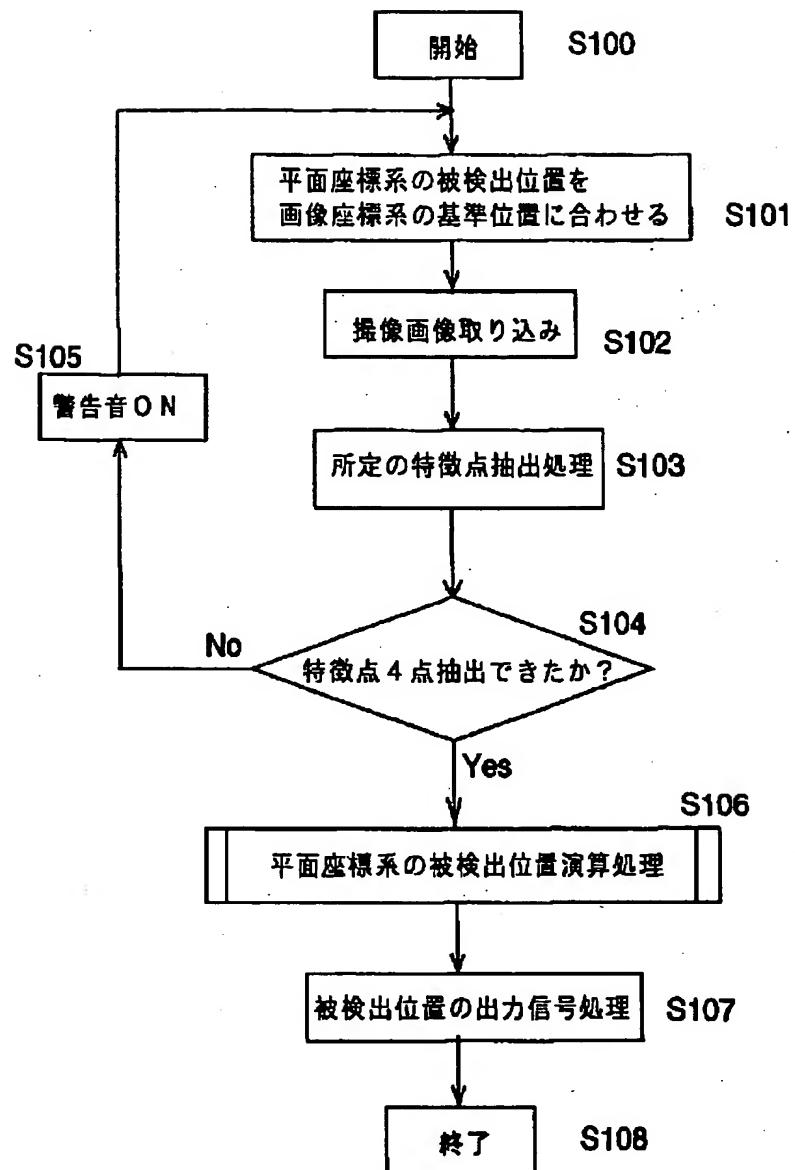
【図6】



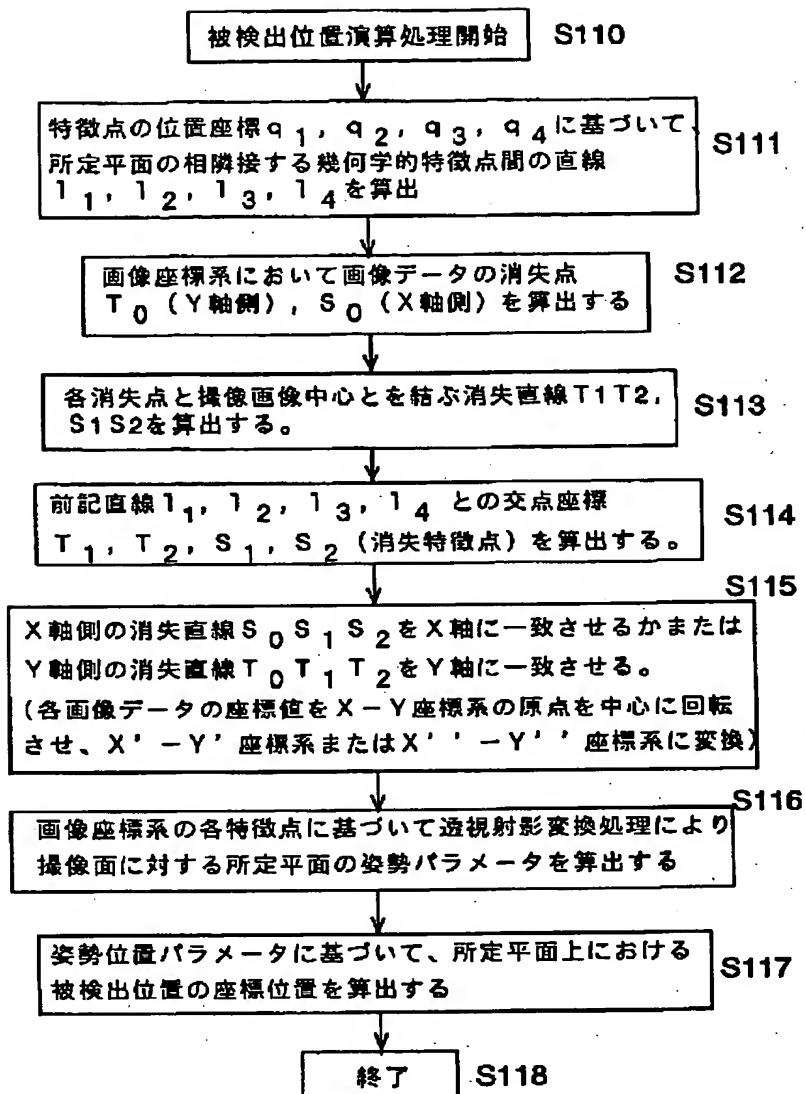
【図10】



【図7】

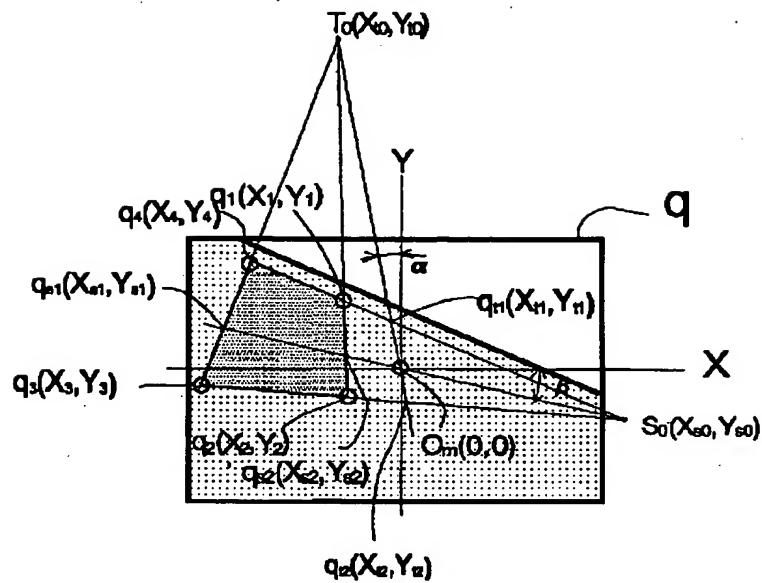


【図8】

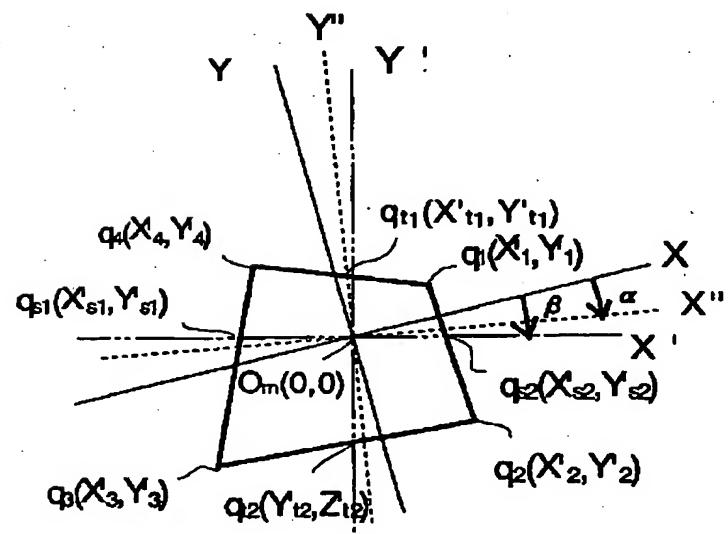


(18)

【図 1.1】

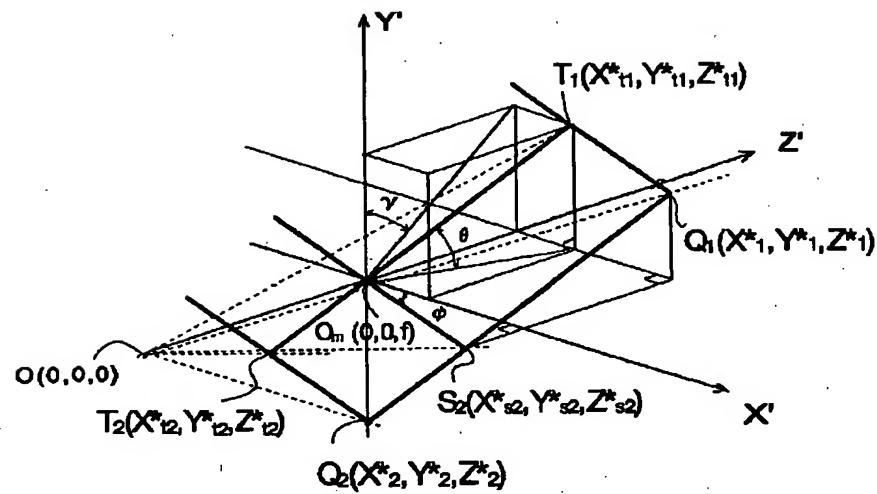


【図 1.2】

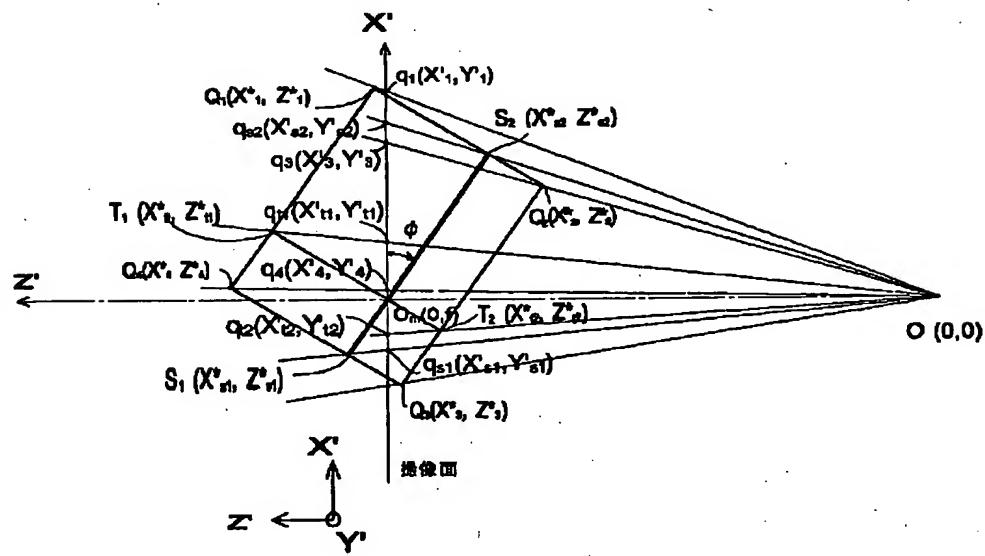


(19)

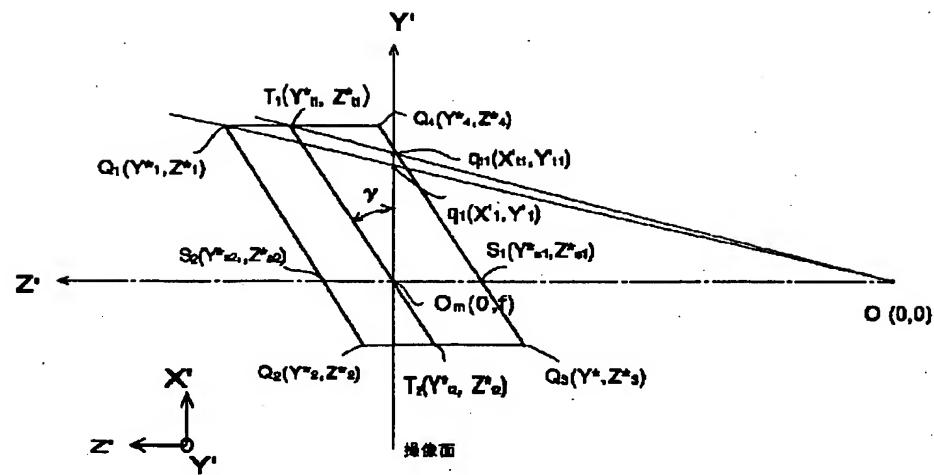
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B068 AA05 BB18 BC03 BD02 BD09

CC12

5B087 AA09 AB09 BC03 BC12 BC32

CC02 CC05 CC09 CC33 DD06

DE07

5L096 AA09 AA11 BA20 CA02 CA27

DA03 FA09 FA12 FA16 FA60

FA66 FA67 FA69 FA70 FA78

GA08 JA20